Benutzerhandbuch für

RISKOptimizer

Simulationsoptimierung für Microsoft Excel

Version 5.7
September, 2010

Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850
USA
+1-607-277-8000
+1-607-277-8001 (Fax)
http://www.palisade.com (Web-Site)
sales@palisade.com (E-Mail)

–

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Einführung

Einführung



RISKOptimizer verknüpft die Simulation mit der Optimierung und ermöglicht dadurch das Optimieren von Modellen, die unbestimmte Faktoren enthalten. RISKOptimizer kann durch Anwendung von leistungsstarken gentechnischen, auf Algorithmen basierten Optimierungstechniken und der Monte Carlo-Simulation optimale Problemlösungen finden, die für standardmäßige lineare und nicht lineare Optimierungsprogramme praktisch unlösbar sind. Durch RISKOptimizer wird die Simulationstechnik von @*RISK*, dem Risikoanalyse-Add-In von Palisade, mit Evolver, der gentechnischen, auf Algorithmen basierten Lösungsanwendung von Palisade kombiniert. Benutzer, die mit @*RISK* und dem Evolver oder dem Solver in Excel vertraut sind, sollten mit RISKOptimizer kaum Schwierigkeiten haben.

Durch das **RISKOptimizer-Benutzerhandbuch**, mit dem Sie es hier zu tun haben, wird eine Einführung in das RISKOptimizer-Programm und die zugrunde liegenden Prinzipien gegeben. Anschließend werden mehrere Beispiele für die einzigartigen Algorithmus- und Simulationstechniken in RISKOptimizer angeführt. Diese komplette Bedienungsanleitung kann auch als ein vollkommen indexiertes Referenzhandbuch verwendet werden, in dem eine Beschreibung und Abbildung der einzelnen RISKOptimizer-Funktionen gegeben wird.

Warum RISKOptimizer?

Durch RISKOptimizer erscheinen Optimierungsprobleme in einem vollkommen anderen Licht. Wenn Probleme Variablen enthalten, über die Sie keinen Einfluss haben und deren Wert nicht bekannt sind, können mithilfe von RISKOptimizer trotzdem optimale Lösungen gefunden werden. Mit derzeitigen Optimierungsprogrammen, wie z. B. **Solver** (für lineare und nicht lineare Lösungen in Excel) und **Evolver** (einer gentechnischen, auf Algorithmus basierenden Anwendung von Palisade Corporation) können keine optimalen Lösungen gefunden werden, wenn in einem Modell für unbestimmte Faktoren ganze Bereiche von möglichen Werten eingegeben werden.

Herkömmliche Optimierungs probleme

Bei den üblichen, in Excel mithilfe von Solver oder Evolver analysierten Optimierungsproblemen handelt es sich meistens um:

- eine Ausgabe- oder Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll
- einen Satz von Eingabezellen oder anpassbaren Zellen, deren Werte gesteuert werden können
- einen Satz von Beschränkungen, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 angegeben werden

Während einer Optimierung in Solver oder Evolver werden die anpassbaren Zellen innerhalb der von Ihnen angegebenen, zulässigen Bereiche geändert. Das Modell wird für jeden Satz von möglichen anpassbaren Zellen neu berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Optimierung ergibt sich auf diese Weise eine optimale Lösung (oder Kombination von anpassbaren Zellwerten). Diese Lösung stellt eine Kombination der anpassbaren Zellwerte dar, die den besten Wert (d. h. den Minimal- oder Maximalwert) für die Zielzelle ergibt und gleichzeitig auch den eingegebenen Beschränkungen entspricht.

Optimierung unbestimmter Modelle

Bei einem Modell mit unbestimmten Elementen können jedoch weder mit Solver noch mit Evolver optimale Lösungen gefunden werden. In der Vergangenheit wurde die Unbestimmtheit in vielen Optimierungsmodellen einfach ignoriert, wodurch diese Modelle zwar unrealistisch, aber dennoch optimierbar waren. Falls ein Versuch unternommen wurde, durch Simulation optimale Werte zu finden, wurde zur Suche von möglichen anpassbaren Zellwerten auf iterativer Basis praktisch „rohe Gewalt“ angewandt. Mit anderen Worten, es wurde eine anfängliche Simulation ausgeführt und diese dann durch das Ändern von ein oder mehr Werten so lange wiederholt, bis es nach einer optimalen Lösung aussah. Dies ist ein langwieriger Prozess und es ist gewöhnlich auch nicht klar, wie die Werte von einer Simulation zur nächsten am besten zu ändern sind.

Mithilfe von RISKOptimizer kann die in einem Modell vorhandene Ungewissheit jetzt mit einbezogen und können zuverlässige, optimale Lösungen, die diese Unbestimmtheit berücksichtigen, generiert werden. In RISKOptimizer wird die Simulation des *@RISK*-Programms dazu verwendet, mit der im Modell vorhandenen Unbestimmtheit fertig zu werden. Außerdem werden die gentechnischen Algorithmen des Evolver-Programms dazu benutzt, mögliche Werte für die anpassbaren Zellen zu generieren. Das Ergebnis dieser „Simulationsoptimierung" ist eine Kombination aus Werten für die anpassbaren Zellen, wodurch die Statistik für die Simulationsergebnisse der Zielzelle minimiert oder maximiert werden kann. Vielleicht soll z. B. eine Kombination aus anpassbaren Zellwerten gefunden werden, durch die der Mittelwert der Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Zielzelle maximiert oder die Standardabweichung minimiert werden kann.

Unbestimmtheit in der Modellierung

Bei Unbestimmtheit in der Modellierung ermöglicht RISKOptimizer das Beschreiben von möglichen Werten für jedes beliebige Kalkulationstabellenelement, und zwar mithilfe der in @RISK verfügbaren Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen. Der Wert 10 könnte z. B. in einer Kalkulationstabellenzelle durch die *@RISK*-Funktion =*RiskNormal(10;2)* ersetzt werden. Dadurch würde angegeben, dass die möglichen Werte für die Zelle durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung mit einem Mittelwert von 10 und einer Standardabweichung von 2 beschrieben werden können. Genauso wie in *@RISK*, kann auch hier die Wahrscheinlichkeitsverteilung durch *@RISK*-Funktionen, wie z. B. *RiskCorrmat* und *DepC* korreliert werden.

Optimierung mittels Simulation

Beim Optimieren führt RISKOptimizer eine vollständige Simulation für jede mögliche Probelösung aus, die durch das GA-basierte Optimierungsprogramm generiert wird. In jeder Iteration der Probelösungssimulation werden in der Kalkulationstabelle Werteproben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen erhoben und wird dann ein neuer Wert für die Zielzelle erstellt. Das Probelösungsergebnis aus der Simulation ist schließlich die Statistik für die Verteilung der Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll. Dieser Wert wird dann an das Optimierungsprogramm zurückgegeben und durch die gentechnischen Algorithmen dazu verwendet, neue und bessere Probelösungen zu generieren. Für jede neue Probelösung wird eine andere Simulation ausgeführt und ein anderer Wert für die Zielstatistik generiert.

Genau wie bei den herkömmlichen Optimierungsprogrammen, können auch in RISKOptimizer die einzuhaltenden Beschränkungen eingegeben werden. Beschränkungen können entweder bei jeder Iteration einer Simulation (**Iterationsbeschränkung**) oder zu Ende jeder Simulation (**Simulationsbeschränkung**) aktiviert werden. Bei Iterationsbeschränkungen handelt es sich meistens um herkömmliche Solver- oder Evolver-Beschränkungen, wie z. B. *A11>1000*. Simulationsbeschränkungen sind dagegen Beschränkungen, die auf eine Statistik über Verteilung von Simulationsergebnissen für eine im Modell angegebene Zelle verweisen. Eine typische Simulationsbeschränkung wäre z. B. *Mean of A11>1000*, was bedeutet, dass der Mittelwert der Verteilung aus den Simulationsergebnissen für Zelle A11 höher als 1000 sein muss. Genau wie in Evolver, kann es harte oder weiche Beschränkungen geben, und wenn eine harte Beschränkung nicht befolgt wird, verursacht das eine Zurückweisung der Probelösung.

Durch RISKOptimizer wird eine große Anzahl an Simulationen ausgeführt. Es werden daher zwei wichtige Techniken verwendet, um die Ausführzeiten zu minimieren und so schnell wie möglich optimale Lösungen zu generieren. Als erstes wird die Konvergenzüberwachung verwendet, um festzustellen, wenn genügend (aber noch nicht zu viele) Iterationen ausgeführt wurden. Dadurch wird sichergestellt, dass die sich daraus ergebende Statistik der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zielzelle stabil ist und dass dasselbe auch für Statistiken aus Ausgabeverteilungen, auf die in Beschränkungen verwiesen wird, der Fall ist. Als zweites werden die gentechnischen Operatoren aus Evolver verwendet, um Probelösungen zu generieren, die so schnell wie möglich eine optimale Lösung ergeben.

Simulationsergebnisse

RISKOptimizer ist mit einem Satz von Funktionen für Simulationsstatistiken ausgestattet und diese Funktionen können dazu verwendet werden, Simulationsergebnisse direkt in die Kalkulationstabelle zurückzugeben. Durch die Funktion *RiskMean(Zellverweis)* wird z. B. der Mittelwert der simulierten Verteilung für die eingegebene Zelle direkt in eine Arbeitsblattzelle oder in eine Formel zurückgegeben. Auch kann jedes in RISKOptimizer erstellte Modell direkt in *@RISK*, dem Risikoanalysen- und Simulations-Add-In für Excel von Palisade Corporation, simuliert werden, um detaillierte Diagramme und Statistiken über die beste durch RISKOptimizer gefundene Modelllösung zu erhalten. Da die Simulation in RISKOptimizer auf @RISK basiert, brauchen keine Änderungen am RISKOptimizer-Modell vorgenommen werden, um dieses in @RISK simulieren zu können.

Benutzerdefinierte Anwendungen mittels RISKOptimizer

RISKOptimizer enthält eine vollständige Makrosprache, mit deren Hilfe benutzerdefinierte Anwendungen erstellt werden können, für die alle Funktionsfähigkeiten von RISKOptimizer verfügbar sind. Angepasste RISKOptimizer-Funktionen können in VBA (Visual Basic for Applications) verwendet werden, um Optimierungen einzurichten und auszuführen sowie anschließend die Optimierungsergebnisse anzuzeigen. Weitere Informationen über diese Programmierschnittstelle sind im Hilfedokument zum Entwickler-Kit zu finden, das in RISKOptimizer über das Hilfemenü verfügbar ist.

Anwendungen der Simulations-optimierung unter Verwendung von RISKOptimizer

Die Verfügbarkeit der Optimierung für unbestimmte Modelle ermöglicht die Lösung vieler Probleme, die bisher als nicht optimierbar galten. Generell können alle Modelle trotz unbestimmter Elemente optimiert werden, und zwar durch eine Kombination von Simulation und Optimierung. Dadurch ist u. a. Folgendes möglich:

- Auswahl von optimaler Fertigung und von Fertigungskapazitäten für neue Produkte bei unbestimmten Marktbedingungen
- Identifizierung von optimalem Lagerbestand bei unbestimmtem Bedarf
- Portfolio-Zuweisungen, um das Risiko zu minimieren
- Identifizierung der optimalen Produktmischung für eine Fertigungsanlage, bei der die Produktmärkte geografisch verteilt sind und der Bedarf für die Produkte ungewiss ist
- Festlegung optimaler Optionskäufe beim Hedging
- Ertragsmanagement, wenn dasselbe Produkt zu verschiedenen Preisen unter verschiedenen Beschränkungen verkauft wird
- Ablaufsplanung mit unbestimmten Aufgabeablaufszeiten

Vor Beginn

Vor Installation von und Arbeit mit RISKOptimizer muss sichergestellt werden, dass das RISKOptimizer-Paket alle erforderlichen Komponenten enthält und der Computer den Mindestanforderungen von RISKOptimizer gewachsen ist.

Inhalt des RISKOptimizer-Pakets

RISKOptimizer wird zusammen mit @RISK Industrial und DecisionTools Suite Industrial geliefert. @RISK Industrial befindet sich auf einer CD-ROM, die auch das RISKOptimizer-Add-In für Excel sowie mehrere RISKOptimizer-Beispiele enthält. Außerdem befindet sich auf dieser CD ein völlig indexiertes Online-Hilfesystem für RISKOptimizer sowie die @RISK für Excel-Dateien, die Teil von @RISK Industrial für Excel sind. DecisionTools Suite Industrial enthält alle vorstehend genannten Komponenten plus zusätzliche Anwendungen.

Info zu dieser Version

Diese RISKOptimizer-Version kann als 32-Bit-Programm für Microsoft Excel 2000 oder höher installiert werden.

Die Betriebssystemumgebung

Dieses Benutzerhandbuch geht davon aus, dass Sie allgemein mit dem Windows-Betriebssystem und mit Excel vertraut sind. Das heißt, es wird angenommen, dass:

- *dass Sie sich mit dem Computer und der Maus auskennen*
- *dass Ihnen Begriffe wie Symbol, Klicken, Doppelklicken, Menü, Fenster, Befehl und Objekt bekannt sind*
- *dass Sie grundlegende Konzepte wie „Verzeichnisstruktur“ und „Dateibenennung“ verstehen*

Unterstützung

Allen registrierten RISKOptimizer-Benutzern mit gültigem Wartungsplan steht unser technischer Support kostenlos zur Verfügung. Benutzer ohne Wartungsplan können unseren technischen Support gegen Berechnung per Vorfall in Anspruch nehmen. Um sicherzustellen, dass Sie als RISKOptimizer-Benutzer registriert sind, **sollten Sie die Registrierung online über unsere Website http://www.palisade.com/support/register.asp** vornehmen.

Wenn Sie sich telefonisch mit uns in Verbindung setzen, sollten Sie immer die Seriennummer und das Benutzerhandbuch parat haben. Außerdem können wir Sie technisch besser unterstützen, wenn Sie vor dem Computer sitzen und arbeitsbereit sind.

Bevor Sie anrufen…

Bevor Sie unseren technischen Support anrufen, ist es angebracht, folgende Prüfliste nochmals abzuhaken:

- *Haben Sie sich die Online-Hilfe angesehen?*
- *Haben Sie in diesem Benutzerhandbuch nachgeschlagen und auch das Multimedia-Lernprogramm online durchgearbeitet?*
- *Haben Sie die Datei README.WRI gelesen? Sie enthält aktuelle RISKOptimizer-Informationen, die evtl. bei Drucklegung des Handbuchs noch nicht zur Verfügung standen.*
- *Können Sie das Problem nachvollziehen? Kann das Problem auch auf einem anderen Computer oder bei einem anderen Modell nachvollzogen werden?*
- *Haben Sie sich bereits unsere Web-Seite **(http://www.palisade.com)** angesehen? Sie enthält die neueste FAQ (eine durchsuchbare Datenbank mit Fragen und Antworten, welche den technischen Support betreffen) sowie RISKOptimizer-Patches (Korrekturprogramme), die unter „Technical Support“ zu finden sind. Wir empfehlen Ihnen, regelmäßig unsere Web-Seite aufzusuchen, damit Sie sich laufend über die neuesten RISKOptimizer-Informationen sowie über anderweitige Palisade-Software informiert halten können.*

Kontaktieren von Palisade

Palisade Corporation ist dankbar für alle Fragen, Bemerkungen oder Vorschläge, die mit RISKOptimizer zu tun haben. Es gibt viele Möglichkeiten, sich mit unserer technischen Abteilung in Verbindung zu setzen, zum Beispiel:

- *senden Sie Ihre E-Mail an **support@palisade.com***
- *rufen Sie uns unter der Nummer +1-607- 277-8000 an, und zwar montags bis freitags zwischen 9.00 und 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit. Lassen Sie sich dabei zum „Technical Support“ durchschalten*
- *Faxen Sie uns unter der Nummer +1-607-277-8001*
- *Senden Sie einen Brief an:*

  Technischer Support
Palisade Corporation
798 Cascadilla St.
Ithaca, NY 14850, USA

Palisade Europe ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an **support@palisade-europe.com***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +44 1895 425050 (GB) an*
- *faxen Sie unter der Nummer +44 1895 425051 (GB)*
- *Senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Europe
31 The Green
West Drayton
Middlesex
UB7 7PN
Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an **support@palisade.com.au***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +61 2 9252 5922 (AU) an*
- *faxen Sie unter der Nummer +61 2 9252 2820 (AU)*
- *Senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Asia-Pacific Pty Limited
Suite 404, Level 4
20 Loftus Street
Sydney NSW 2000
Australien

Es ist wichtig, dass Sie uns bei jeder Kommunikation den Produktnamen, die Version sowie die Seriennummer nennen. Sie können die Versionsnummer herausfinden, indem Sie in Excel im RISKOptimizer-Menü auf **Hilfe über** klicken.

Versionen für Studenten

Für die Studentenversion von RISKOptimizer steht kein telefonischer Support zur Verfügung. Wenn Sie bei dieser Version Hilfe benötigen, sollten Sie eine der folgenden Alternativen versuchen:

- ♦ *fragen Sie Ihren Professor bzw. Lehrbeauftragten.*
- ♦ *sehen Sie auf unserer Website http://www.palisade.com unter „Answers to Frequently Asked Questions" (Antworten auf häufig gestellte Fragen) nach*
- ♦ *wenden Sie sich per E-Mail oder Fax an unsere Abteilung „Technical Support"*

Systemanforderungen von RISKOptimizer

Bei RISKOptimizer sind folgende Systemanforderungen zu berücksichtigen:

- *PC mit Pentium-Prozessor(oder schneller) und Festplatte*
- *Microsoft Windows 2000 SP4 oder höher*
- *Microsoft Excel, Version 2000 oder höher*

Installationsanleitung

RISKOptimizer ist ein Add-In-Programm für Microsoft Excel. Durch Hinzufügung zusätzlicher Befehle zur Excel-Menüleiste erweitert RISKOptimizer die Funktionalität des Kalkulationstabellenprogramms.

Allgemeine Installationsanleitung

Durch das Setup-Programm werden die RISKOptimizer-Systemdateien in das Verzeichnis kopiert, das Sie auf der Festplatte angegeben haben. So wird das Setup-Programm unter Windows 2000 oder höher ausgeführt:

1) *Legen Sie die @RISK Industrial oder DecisionTools Suite Industrial enthaltende CD-ROM in Ihr CD-ROM-Laufwerk ein.*

2) *Klicken Sie auf „Start", dann auf „Einstellungen" und schließlich auf „Systemsteuerung".*

3) *Doppelklicken Sie auf das Symbol „Software".*

4) *Klicken Sie auf der Registerkarte „Installieren/Deinstallieren" auf die Schaltfläche „Installieren".*

5) *Folgen Sie den auf dem Bildschirm erscheinenden Installationsanweisungen.*

Falls Sie bei der Installation von RISKOptimizer auf Probleme stoßen, sollten Sie nachsehen, ob genügend Speicherplatz auf dem Laufwerk verfügbar ist, auf dem RISKOptimizer installiert werden soll. Versuchen Sie dann die Installation erneut, nachdem Sie ausreichend Speicherplatz freigemacht haben.

Deinstallieren von RISKOptimizer auf Ihrem Computer

Falls Sie RISKOptimizer (zusammen mit @RISK Industrial oder DecisionTools Suite Industrial) auf Ihrem Computer deinstallieren möchten, sollten Sie in der Systemsteuerung das Dienstprogramm „Software" verwenden und dann den Eintrag @RISK oder „DecisionTools Suite" auswählen.

DecisionTools Suite

RISKOptimizer kann zusammen mit der DecisionTools Suite eingesetzt werden, bei der es sich um einen Satz von Produkten für die Risiko- und Entscheidungsanalyse handelt, der von Palisade Corporation erhältlich ist.Normalerweise wird RISKOptimizer in einem Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" installiert. Das ist so ähnlich, wie z. B. Excel oft in einem Unterverzeichnis von „Microsoft Office" installiert wird.

Eines der Unterverzeichnisse von „Programme\Palisade" ist somit das RISKOptimizer-Verzeichnis, das gewöhnlich die Bezeichnung RISKOptimizer5 hat. Dieses Verzeichnis enthält dann die RISKOptimizer-Add-In-Programmdatei (RISKSOPT.XLA) sowie auch Beispielmodelle und andere zur Ausführung von RISKOptimizer erforderliche Dateien. Ein anderes Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" ist das Verzeichnis SYSTEM, in dem sich die Dateien befinden, die von den einzelnen Programmen der „DecisionTools Suite" benötigt werden (einschließlich Hilfedateien und Programmbibliotheken).

Konfiguration der RISKOptimizer-Symbole oder -Verknüpfungen

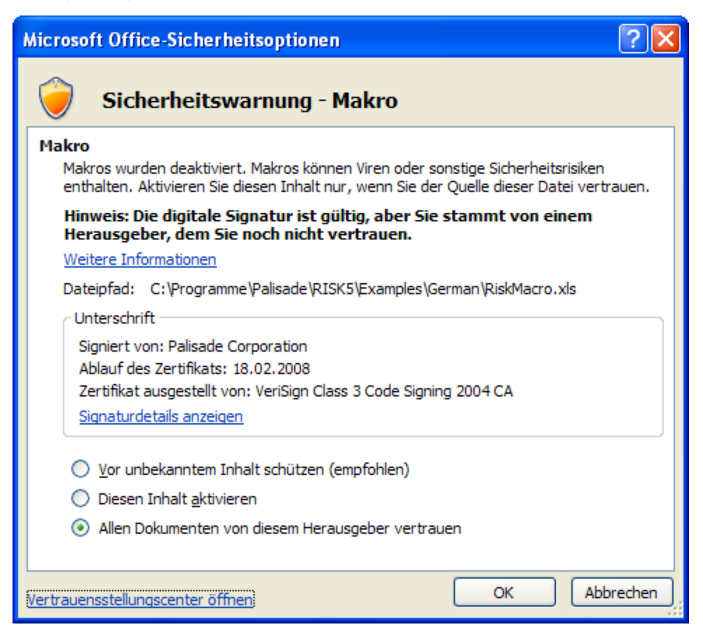
In Windows wird durch das Setup-Programm automatisch ein RISKOptimizer-Befehl im Start-Menü (Programme) erstellt. Sollten jedoch während der Installation Probleme auftreten, oder aber wenn Sie das Konfigurieren der Programmgruppe und Symbole zu einer anderen Zeit manuell vornehmen möchten, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1) *Klicken Sie auf „Start" und zeigen Sie dann auf „Einstellungen".*
2) *Klicken Sie auf „Task-Leiste" und anschließend auf die Registerkarte „Programme" im Menü „Start".*
3) *Klicken Sie auf „Hinzufügen" und danach auf „Durchsuchen".*
4) *Stellen Sie fest, wo sich die Datei RISKOPT.EXE befindet und doppelklicken Sie dann auf diese Datei.*
5) *Klicken Sie auf „Weiter" und doppelklicken Sie anschließend auf das Menü, in dem das Programm erscheinen soll.*
6) Geben Sie den Namen „RISKOptimizer" ein und klicken Sie schließlich auf „Beenden".

Warnmeldung hinsichtlich bösartiger Makros bei Systemstart

In Microsoft Office können unter **Extras>Makro>Sicherheit** mehrere Sicherheitseinstellungen vorgenommen werden, um zu verhindern, dass unerwünschte oder bösartige Makros in MS Office-Anwendungen ausgeführt werden. Falls Sie nicht die niedrigste Sicherheitsstufe eingestellt haben und versuchen, eine Datei zu laden, die Makros enthält, wird eine Warnmeldung angezeigt. Um diese Meldung bei Ausführung von Add-Ins von Palisade zu vermeiden, sind unsere Add-In-Dateien mit einer digitalen Kennzeichnung versehen. Sobald Sie daher **Palisade Corporation** als vertrauenswürdige Quelle angeben, können Sie jedes Add-In von Palisade öffnen, ohne dass die Warnmeldung erscheint. Vorgehensweise:

- Wählen Sie beim Start von RISKOptimizer **Allen Dokumenten von diesem Herausgeber vertrauen,** sobald die Warnmeldung (siehe nachstehende Abbildung) angezeigt wird.



Andere Informationen über RISKOptimizer

Weitere Informationen über RISKOptimizer sind in folgenden Online-Dokumenten zu finden:

RISKOptimizer – Datei README

In dieser Datei wird ein kurzer Überblick über RISKOptimizer gegeben. Auch sind hier die letzten Neuigkeiten über die neueste Version der Software zu finden. Um die Datei README anzuzeigen, müssen Sie **Start > Programme > Palisade DecisionTools > Lernprogramme** wählen und dann auf **RISKOptimizer 5.5 – Readme** klicken. Es ist zu empfehlen, diese Datei zu lesen, bevor Sie mit RISKOptimizer beginnen.

RISKOptimizer – Lernprogramm

Durch das Online-Lernprogramm können Benutzer, die zum ersten Mal mit RISKOptimizer arbeiten, eine schnelle Einführung in das Programm und die gentechnischen Algorithmen erhalten. Diese Online-Vorführung dauert nur wenige Minuten. Im nachstehenden Abschnitt „Erste Schritte mit RISKOptimizer" ist beschrieben, wie auf das Lernprogramm zugegriffen werden kann.

Erste Schritte mit RISKOptimizer

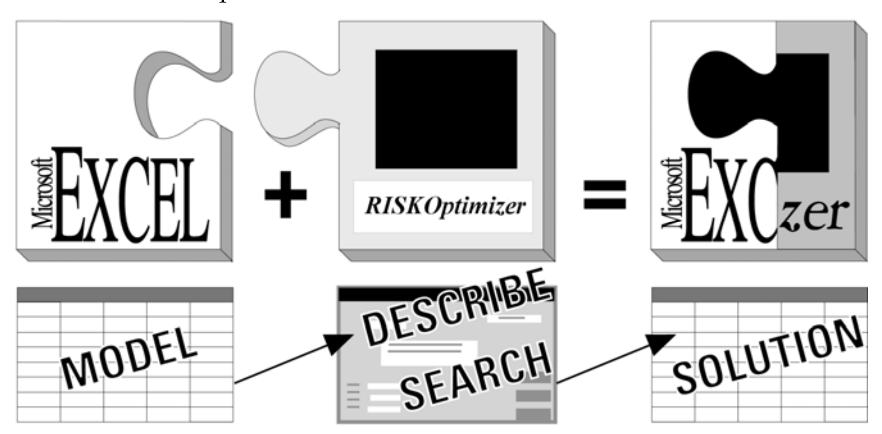
Der schnellste Weg, sich mit RISKOptimizer vertraut zu machen, ist das Online-Lernprogramm, in dem Ihnen fachmännisch im Filmformat die einzelnen Beispielmodelle vorgeführt werden. Dieses Lernprogramm ist eine Multimedia-Präsentation, in der die hauptsächlichen RISKOptimizer-Funktionen behandelt werden.

Das Lernprogramm kann ausgeführt werden, indem Sie im Menü **RISKOptimizer-Hilfe** den Befehl **Lernprogramm „Erste Schritte"** wählen.

Kapitel 2: Hintergrund

Was ist RISKOptimizer?

Das RISKOptimizer-Softwarepaket bietet Benutzern eine einfache Möglichkeit, optimale Lösungen für Modelle zu finden, die Unbestimmtheiten enthalten. Mit anderen Worten, mithilfe von RISKOptimizer finden Sie die besten Eingaben, um die gewünschte Simulationsausgabe zu erhalten. Sie können RISKOptimizer dazu verwenden, die richtige Mischung, Reihenfolge oder Gruppierung von Variablen zu finden, die Ihnen den höchsterwarteten Wert bzw. das geringste Risiko (d. h. die Minimalstreuung) für Gewinne oder den höchsterwarteten Wert für Waren aus der geringsten Materialmasse bietet. RISKOptimizer ist ein Add-In-Programm für Excel. Benutzer können ein Modell ihres Problems in Excel einrichten und dann RISKOptimizer aufrufen, um das Problem zu lösen.



Sie müssen das Problem erst in Excel modellieren und dann für das RISKOptimizer-Add-In entsprechend beschreiben.

Excel liefert gewöhnlich alle Formeln, Funktionen, Diagramme und Makros, die zum Erstellen realistischer Problemmodelle erforderlich sind. RISKOptimizer bietet auch die Schnittstelle, um die im Modell gegebene Unbestimmtheit und die gewünschte Lösung zu beschreiben, sowie auch das geeignete System, um diese Lösung zu finden. Mithilfe dieser Komponenten ist es möglich, optimale Lösungen für praktisch alle Probleme zu finden, die irgendwie modelliert werden können.

Wie funktioniert RISKOptimizer?

RISKOptimizer verwendet einen proprietären Satz aus ***gentechnischen Algorithmen***, um nach den optimalen Lösungen für ein Problem zu suchen. Auch werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Simulationen eingesetzt, um die in Ihrem Modell gegebene Unbestimmtheit zu handhaben.

Gentechnische Algorithmen

In RISKOptimizer werden gentechnische Algorithmen dazu verwendet, die beste Lösung für Ihr Modell zu finden. Gentechnische Algorithmen kann man fast mit den Darwin'schen Evolutionsprinzipien vergleichen, indem eine Umgebung geschaffen wird, in der Hunderte von möglichen Lösungen für das Problem miteinander wetteifern und nur die geeignetste überlebt. Genau wie bei der biologischen Evolution, kann jede Lösung ihre guten „Genen" durch Ergebnislösungen weitergeben, sodass die gesamte Lösungspopulation davon profitieren kann.

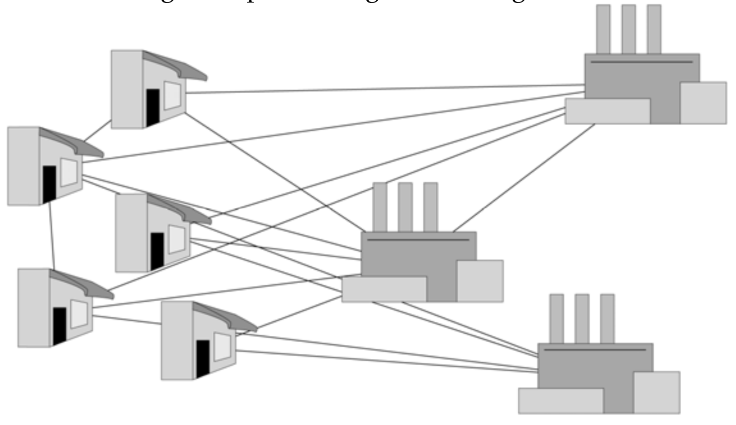
Wie Sie vielleicht schon merken, erinnert die im Zusammenhang mit gentechnischen Algorithmen verwendete Terminologie oft an die Evolutionslehre. Wir sprechen von „Crossover"-Funktionen, die bei der Lösungssuche helfen, von „Mutationsraten", die Abwechslung in den „Genpool" bringen und wir bewerten die gesamte „Population" der Lösungen oder „Organismen". Weitere Informationen über die Funktionsweise der gentechnischen Algorithmen in RISKOptimizer finden Sie in Kapitel 7 – Gentechnische Algorithmen.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Simulation

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Simulation dazu verwendet, mit der in den Variablen Ihres Modell vorhandenen Unbestimmtheit fertig zu werden. Diese Fähigkeiten stammen aus @RISK, dem Risikoanalysen-Add-In für Excel, das von Palisade Corporation verfügbar ist. Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind dazu da, den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente in Ihrem Modell zu beschreiben und werden mithilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen, wie z. B. *RiskTriang(10;20;30),* eingegeben. Das würde beispielsweise bedeuten, dass eine Variable in Ihrem Modell einen Minimalwert von 10, einen höchstwahrscheinlichen Wert von 20 und einen Maximalwert von 30 haben könnte. Anschließend wird dann die Simulation dazu verwendet, eine Verteilung der möglichen Ergebnisse für jede mögliche Probelösung zu erstellen, die durch das Optimierungsprogramm generiert werden kann.

Was ist Optimierung?

Optimierung ist der Prozess, durch den die beste Lösung für ein Problem gefunden wird, das vielleicht viele mögliche Lösungen haben könnte. Bei den meisten Problemen handelt es sich um viele Variablen, die auf Basis von eingegebenen Formeln und Beschränkungen interagieren. Eine Firma kann beispielsweise drei Fertigungsanlagen haben, die jeweils verschiedene Mengen von unterschiedlichen Waren fertigen. Was ist in diesem Fall die optimale Methode, die Nachfrage der lokalen Einzelhandelsgeschäfte hinreichend zu decken und gleichzeitig die Transportkosten zu minimieren, wenn die Kosten der einzelnen Fertigungsanlagen für Fertigung der Waren, die Kosten jeder Fertigungsanlage für den Transport zu den einzelnen Geschäften und die Beschränkungen jeder Anlage zu berücksichtigen sind? Dies ist die Art von Frage für deren Beantwortung die Optimierungs-Tools vorgesehen sind.



Optimierung beschäftigt sich oft mit der Suche nach einer Kombination, die das meiste aus den gegebenen Ressourcen herausholt.

In dem vorstehenden Beispiel würde jede vorgeschlagene Lösung aus einer kompletten Liste bestehen, aus der hervorgeht, welche von welcher Anlage gefertigten Waren auf welchem LKW an welches Einzelhandelsgeschäft zu transportieren sind. Bei anderen Optimierungsbeispielen kann es sich z. B. darum handeln, wie der höchste Gewinn bzw. die geringsten Kosten zu erzielen sind oder wie die meisten Leben gerettet werden können. Auch kann auf diese Weise die geringste Statik in einem Schaltkreis, der kürzeste Weg von einem Ort zum anderen oder die wirkungsvollste Mischung an Werbungsmediakäufen festgestellt werden. Ferner ist eine wichtige Untergruppe von Optimierungsproblemen vorhanden, bei der es sich um Ablaufsplanung handelt. Bei diesen Problemen kann es u. U. um das Maximieren der Leistung während einer Arbeitsschicht oder das Minimieren von Ablaufskonflikten bei zeitlich unterschiedlichen Gruppenbesprechungen gehen. Weitere Einzelheiten über die Optimierung sind in Kapitel 6: Optimierung zu finden.

Wenn das Problem Unbestimmtheiten enthält, sind herkömmliche Lösungsprogramme nicht geeignet, da sie nicht in der Lage sind, die im Modell enthaltende Unbestimmtheit zu handhaben. Angenommen, es ist beim vorstehenden Beispiel nicht genau bekannt, wie hoch der Warenbedarf der einzelnen Einzelhandelsgeschäfte ist? Wenn Sie in diesem Fall mit einem herkömmlichen Solver arbeiten, würden Sie den Bedarf der einzelnen Geschäfte einfach abschätzen. Dadurch könnte das Modell zwar optimiert werden, aber wegen der Bedarfsschätzung würde es Ihnen kein genaues Bild über die tatsächliche Entwicklung in Bezug auf die Einzelhandelsgeschäfte geben. Bei RISKOptimizer ist dagegen keine Bedarfsschätzung nötig. Sie beschreiben einfach die möglichen Bedarfswerte mithilfe einer Wahrscheinlichkeitsverteilung und verwenden dann die Simulationsfähigkeiten von RISKOptimizer , um alle möglichen Bedarfswerte in die Optimierungsergebnisse mit einzubeziehen.

Bei Verwendung von RISKOptimizer wird nicht nur ein einziger Maximal- oder Minimalwert als beste Lösung für die Zielzelle im Modell generiert, sondern gleich eine ganze Simulationsstatistik mit Minimal- und Maximalwerten. Jede durch RISKOptimizer ausgeführte Simulation generiert eine Verteilung von möglichen Ergebnissen für Ihre Zielzelle. Diese Verteilung enthält mehrere Statistiken, die sich z. B. auf Mittelwert, Standardabweichung, Minimalwert usw. beziehen. Im vorstehenden Beispiel sollten Sie vielleicht nach einer Kombination aus Eingaben suchen, durch die der Mittelwert der Gewinnverteilung maximiert oder die entsprechende Standardabweichung minimiert wird.

Weitere Einzelheiten über die Simulation sind in Kapitel 8: Simulation zu finden.

Welchen Zweck haben Excel-Modelle?

Um die Effizienz eines Systems zu erhöhen, müssen wir erst einmal herausfinden, wie dieses System überhaupt funktioniert. Daher ist ein Arbeitsmodell des Systems erforderlich. Modelle sind Abstraktionen, die für das Untersuchen von komplexen Systemen erforderlich sind. Um die Ergebnisse aber in Realität anwenden zu können, darf das Modell den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung unter den verschiedenen Variablen nicht zu sehr vereinfachen. Durch bessere Software und immer leistungsfähigere Computer können Betriebswirtschaftler jetzt realistischere Wirtschaftsmodelle aufbauen. Auch sind Wissenschaftler jetzt in der Lage, chemische Reaktionen besser vorauszusagen und Geschäftsleute können eine genauere Empfindlichkeitsanalyse ihrer Unternehmensmodelle vornehmen.

In den letzten Jahren sind Computerhardware- und Computersoftwareprogramme, wie z. B. Microsoft Excel, derart verbessert worden, dass praktisch jeder PC-Benutzer jetzt realistische Modelle von komplexen Systemen erstellen kann. Die in Excel integrierten Funktionen sowie die Makrofähigkeiten und die saubere, intuitive Schnittstelle ermöglichen selbst Anfängern, sehr komplexe Probleme zu modellieren und zu analysieren. Weitere Einzelheiten über die Modellerstellung finden Sie in Kapitel 9: RISKOptimizer-Extras.

Modellierung der Unbestimmtheit in Excel-Modellen

Variablen sind die grundlegenden Elemente in Excel-Modellen, die wir bereits als wichtige Bestandteile der Analyse identifiziert haben. Falls Sie eine finanzielle Situation modellieren, kann es sich bei den Variablen vielleicht um „Umsatz“, „Kosten“, „Einnahmen“ oder „Gewinne“ handeln.Wenn Sie dagegen eine geologische Situation modellieren, haben Sie es evtl. mit Variablen wie „Tiefe des Vorkommens“, „Dicke der Kohlenschicht“ oder „Durchlässigkeit“ zu tun. Jede Situation hat ihre eigenen Variablen, die Sie selbst identifizieren müssen.

In einigen Fällen sind Ihnen die Werte für die Variablen im Zeitrahmen des Modells bereits bekannt. Mit anderen Worten, die Werte sind dann bestimmt oder (im Statistiker-Jargon) „deterministisch". Es kann aber auch sein, dass Sie die Werte für die Variablen nicht kennen. Es handelt sich dann um unbestimmte oder „stochastische" (d. h. zufällige) Variablen. Wenn die Variablen unbestimmt sind, müssen Sie die Art der Unbestimmtheit beschreiben. Das wird durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen erreicht, durch welche sowohl der Bereich der Werte für die Variable (Minimal- bis Maximalwert) als auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Werte innerhalb des Bereichs angegeben wird. In RISKOptimizer werden unbestimmte Variablen und Zellwerte in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen eingegeben, beispielsweise wie folgt:

RiskNormal(100;10)

RiskUniform(20;30)

RiskExpon(A1+A2)

RiskTriang(A3/2,01;A4;A5)

Diese Verteilungsfunktionen können in den Arbeitsblattzellen und -formeln genauso wie irgendeine andere Excel-Funktion platziert werden.

Verwendung der Simulation, um die Unbestimmtheit zu berücksichtigen

RISKOptimizer verwendet Simulation (mitunter auch Monte Carlo-Simulation genannt), um eine Risikoanalyse für jede mögliche Lösung auszuführen, die während der Optimierung generiert wurde. Simulation bezieht sich in diesem Sinne auf eine Methode, durch welche die Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert wird, indem der Computer das Arbeitsblatt immer wieder neu berechnet, und zwar jedesmal mit anderen Zufallswerten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellwerten und Formeln. Der Computer versucht praktisch alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen, um so alle möglichen Resultate zu simulieren. Mit anderen Worten, dies ist, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „What-If"-Analysen (Was wäre, wenn…) ausführen würden, und zwar alle in einer Sitzung.

In jeder Iteration der Simulation werden in der Kalkulationstabelle Werteproben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen erhoben und wird ein neuer Wert für die Zielzelle erstellt. Bei Abschluss der Simulation stellt die Statistik das Probelösungsergebnis dar, und zwar für die Verteilung der Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll. Dieser Wert wird dann an das Optimierungsprogramm zurückgegeben und durch die gentechnischen Algorithmen dazu verwendet, neue und bessere Probelösungen zu generieren. Für jede neue Probelösung wird eine andere Simulation ausgeführt und ein anderer Wert für die Zielstatistik generiert.

Warum RISKOptimizer verwenden?

Wenn Sie es mit einer großen Anzahl von aufeinander einwirkenden Variablen zu tun haben und versuchen, die beste Kombination, die richtige Reihenfolge oder die optimale Gruppierung dieser Variablen zu finden, liegt die Versuchung nah, einfach mit einer wohl begründeten Vermutung zu arbeiten. Überraschend viele Benutzer meinen, dass jegliches Modellieren und Analysieren über eine fundierte Annahme hinaus eine sehr komplizierte Programmierung erforderlich macht oder mit verwirrenden statistischen oder mathematischen Algorithmen verbunden ist. Eine gut optimierte Lösung kann leicht Millionen von Dollar, Tausende von Gallonen an knappem Treibstoff, Monate an verschwendeter Zeit usw. einsparen. Da leistungsstarke PCs jetzt zunehmend erschwinglich und Softwareprogramme, wie z. B. Excel und RISKOptimizer, ohne weiteres verfügbar sind, ist kaum noch ein Grund vorhanden, bei Lösungen mit Vermutungen zu arbeiten oder wertvolle Zeit zu verschwenden, um eine Reihe von Szenarien manuell auszuprobieren.

Genauer und bedeutungsvoller

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, das volle Sortiment an Excel-Formeln und Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu verwenden, um realistischere Systemmodelle zu erstellen. Durch Verwendung von RISKOptimizer braucht die Genauigkeit Ihres Modells nicht darunter zu leiden, dass die benutzten Algorithmen vielleicht für die realen Kompliziertheiten nicht ausreichen. Durch herkömmliche kleine Lösungsprogramme (d. h. durch statistische und lineare Programmier-Tools) werden Benutzer dazu gezwungen, mit Annahmen darüber zu arbeiten, wie die Variablen in dem zu lösenden Problem wirklich aufeinander einwirken. Dadurch kann es leicht zu sehr vereinfachten, unrealistischen Problemmodellen kommen. Auch werden Benutzer durch diese Tools veranlasst, von geschätzten Werten für unbestimmte Variablen auszugehen, weil das Optimierungsprogramm nicht in der Lage ist, mit den vielen möglichen Werten für unbestimmte Modellkomponenten fertig zu werden. Wenn die Benutzer dann endlich das System ausreichend vereinfacht haben, damit diese so genannten „Solvers" verwendet werden können, ist die sich daraus ergebende Lösung oft zu abstrakt, um überhaupt noch praktischen Wert zu haben. Probleme mit sehr vielen Variablen, nicht linearen Funktionen, Verweistabellen, WENN-Anweisungen, Datenbankabfragen oder stochastischen (d. h. zufälligen) Elementen können nicht mittels dieser Methoden gelöst werden, ganz gleich wie einfach das Modell auch aufgebaut ist.

Flexibler

Es gibt viele Lösungsalgorithmen, mit denen kleine, einfache lineare und nicht lineare Problemtypen zufriedenstellend gelöst werden können. Zu diesen Algorithmen gehören u. a. „Hill-Climbers", „Baby-Solvers" und andere mathematischen Methoden. Selbst wenn diese allgemein nützlichen Optimierungs-Tools als Add-Ins für Kalkulationstabellen angeboten werden, sind sie nur für numerische Optimierung zu gebrauchen. Für größere oder kompliziertere Probleme können vielleicht spezielle benutzerdefinierte Algorithmen geschrieben werden, um gute Ergebnisse zu erhalten, aber das erfordert meistens sehr viel Forschung und Entwicklung. Aber selbst in diesem Fall müsste das sich daraus ergebende Programm bei jeder Modelländerung erneut modifiziert werden.

RISKOptimizer kann dagegen nicht nur numerische Probleme handhaben, sondern ist weltweit das einzige kommerzielle Programm, das auch die meisten kombinatorischen Probleme lösen kann Dies sind die Probleme, bei denen die Variablen permutiert oder miteinander kombiniert werden müssen. Die Auswahl der Schlagmannreihenfolge bei einem Baseballteam ist z. B. ein kombinatorisches Problem, weil dabei die Positionen der Spieler in der Mannschaftsaufstellung ausgetauscht werden müssen. Komplexe Ablaufsplanungsprobleme sind ebenfalls kombinatorischer Art. Ein und dasselbe RISKOptimizer-Programm kann alle diese Probleme und noch viele mehr lösen, die kein anderes Optimierungs-Tool handhaben kann. Durch seine einzigartige aus gentechnischen Algorithmen und Simulation bestehende Technik kann RISKOptimizer praktisch Modelle jeden Typs, jeder Größe und jeder Komplexität optimieren.

Leichter zu verwenden

Trotz seiner offensichtlichen Leistungsstärke und Vorteile in Bezug auf Flexibilität ist RISKOptimizer recht einfach zu verwenden, da es für den Benutzer nicht erforderlich ist, sich in den durch das Programm verwendeten komplizierten gentechnischen Algorithmustechniken auszukennen. Für RISKOptimizer ist nicht das A und O Ihres Problems, sondern nur ein Kalkulationstabellenmodell wichtig, durch das ausgewertet werden kann, wie passend die verschiedenen Szenarien sind. Sie brauchen in der Kalkulationstabelle nur die Zellen auswählen, die die betreffenden Variablen enthalten, und dann RISKOptimizer auf das Gesuchte hinweisen. RISKOptimizer verbirgt auf intelligente Weise die komplizierte Technik und automatisiert den WHAT-WENN-Prozess, durch den das Problem analysiert wird.

Zweifelsohne sind viele kommerzielle Programme für mathematische Programmierung und Modellerstellung vorhanden, aber Kalkulationstabellen sind bei weitem am beliebtesten und werden buchstäblich zu Millionen pro Monat verkauft. Durch das intuitive Zeilen- und Spaltenformat sind Kalkulationstabellen leichter einzurichten und beizubehalten als andere dedizierte Pakete. Kalkulationstabellen sind auch leichter zusammen mit anderen Programmen, wie z. B. Textverarbeitungssystemen und Datenbanken, einzusetzten und bieten mehr integrierte Formeln, Formatierungsoptionen, Diagramme und Makros als andere eigenständigen Pakete. Da es sich bei RISKOptimizer um ein Add-In-Programm für Microsoft Excel handelt, haben Benutzer Zugriff auf sämtliche Funktionen und Entwicklungs-Tools, um so mühelos realistischere Modelle ihres Systems aufzubauen.

Herkömmliche Optimierung im Vergleich zur Simulationsoptimierung

RISKOptimizer verknüpft die Simulation mit der Optimierung und ermöglicht dadurch das Optimieren von Modellen, die Unbestimmtheitsfaktoren enthalten. Die Ergebnisse aus aufeinander folgenden Ausführungen des Simulationsmodells werden von RISKOptimizer dazu verwendet, bessere und optimalere Lösungen zu finden. Dieser Abschnitt gibt Ihnen Hintergrundinformationen darüber, wie Simulation und Optimierung in RISKOptimizer Hand in Hand gehen.

Herkömmlicher Optimierungsprozess in Kalkulationstabellen

Beim herkömmlichen Optimierungsprozess in einer Kalkulationstabelle mithilfe eines Optimierungs-Add-In, wie z. B. Solver oder Evolver, sind folgende Schritte erforderlich:

1) **Es muss eine Ausgabe- oder Zielzelle identifiziert werden, die minimiert oder maximiert werden soll.**
2) **Es muss ein Satz von Eingabe- oder „anpassbaren“ Zellen identifiziert werden, deren Werte von Ihnen kontrolliert und deren mögliche Wertbereiche von Ihnen beschrieben werden müssen.**
3) **Ebenfalls ist es erforderlich, einen Satz von Beschränkungen einzugeben, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 beschrieben werden.**
4) **Anschließend wird eine Optimierung ausgeführt, durch die die Kalkulationstabelle wiederholt neu berechnet wird, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen.**
5) Während dieses Prozesses:
   a) wird durch jede Neuberechnung ein neuer Wert für die Zielzelle generiert
   b) verwendet das Optimierungsprogramm diesen neuen Zielzellenwert, um den nächsten Satz von anpassbaren Zellen zu wählen, die ausprobiert werden sollen

c) wird dann anschließend eine weitere Neuberechnung ausgeführt, durch die das Optimierungsprogramm eine neue Antwort oder einen neuen Wert zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält.

Der unter 5) beschriebene Vorgang wird viele Male wiederholt, um dem Optimierungsprogramm zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen, durch den der Zielzellenwert minimiert oder maximiert werden kann.

Simulationsoptimierungsprozess

Bei der Simulationsoptimierung mittels RISKOptimizer werden viele der gleichen Schritte wie auch bei dem hier beschriebenen herkömmlichen Optimierungsprozess für Kalkulationstabellen verwendet. Es sind jedoch einige Änderungen nötig, um 1) **die Eingabe der Unbestimmtheit in die Kalkulationstabelle zu ermöglichen** und 2), **um Simulation anstelle von einfacher Neuberechnung der Kalkulationstabelle zu verwenden,** damit eine neue „Antwort" für die Zielzelle generiert wird, durch die das Optimierungsprogramm das nötige Feedback erhält, um einen neuen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen auswählen zu können.

Der neue Prozess der Simulationsoptimierung mittels RISKOptimizer ist nachstehend beschrieben, und zwar sind die Unterschiede gegenüber der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung durch Fettdruck erkenntlich gemacht.

1) **Es werden Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen verwendet, um den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente im Modell zu beschreiben.**

2) Es wird eine Ausgabe- oder Zielzelle identifiziert **sowie auch die Simulationsstatistik (Mittelwert, Standardabweichung usw.) für die Zelle ausgewählt, die minimiert oder maximiert werden soll.**

3) Auch muss ein Satz von Eingabe- oder „anpassbaren" Zellen identifiziert werden, deren Werte von Ihnen bestimmt und deren mögliche Wertbereiche von Ihnen beschrieben werden müssen.

4) Ebenfalls ist es erforderlich, einen Satz von Beschränkungen einzugeben, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie COSTS<100 oder A11>=0 beschrieben werden. **Ferner können zusätzliche Beschränkungen eingegeben**

werden, und zwar auf Basis von Simulationsstatistiken (z. B. 95. Perzentil von A11>1000).

5) Anschließend wird eine Optimierung ausgeführt, durch die die Kalkulationstabelle **bei jeder Simulation** wiederholt **simuliert** wird, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen. Während dieses Prozesses:

   a) generiert jede Simulation eine neue Verteilung von möglichen Werten für die Zielzelle wird aus dieser Verteilung die Statistik berechnet, die minimiert oder maximiert werden soll

   b) **verwendet das Optimierungsprogramm diese neue Statistik** für die Zielzelle, um den nächsten Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu wählen, der ausprobiert werden soll

   c) wird dann anschließend **eine weitere Simulation ausgeführt**, durch die das Optimierungsprogramm eine neue Statistik zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält

Der unter 5) beschriebene Vorgang wird viele Male wiederholt, um dem Optimierungsprogramm zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu finden, durch den die Simulationsergebnis-Statistik für die Zielzelle minimiert oder maximiert werden kann.

Die einzelnen Schritte der Optimierung mittels RISKOptimizer

Es wird hier jeder Schritt dieses Simulationsoptimierungsprozesses detailliert aufgeführt:

Eingabe der Wahrscheinlichkeits verteilungen

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen dazu verwendet, die in den Komponenten eines Modells enthaltende Unbestimmtheit zu beschreiben. Sie können z. B. die Funktion ***RiskUniform(10;20)*** in eine Arbeitsblattzelle eingeben. Dadurch wird angegeben, dass die Zellwerte durch eine Gleichverteilung mit einem Minimum von 10 und einem Maximum von 20 generiert werden sollen. Durch diesen Wertebereich wird der für Excel erforderliche feste Einzelwert ersetzt. Bei der herkömmlichen Arbeitsblattoptimierung kann dem Modell keine Unbestimmtheit hinzugefügt werden, sodass die Verwendung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen nicht möglich ist.

In RISKOptimizer wird dagegen eine Simulation des Modells für jede mögliche durch das Optimierungsprogramm generierte Kombination von Eingabewerten ausgeführt. Während dieser Simulationen werden in RISKOptimizer Verteilungsfunktionen verwendet, um Proben von möglichen Werten zu erheben. In jeder Iteration der Simulation wird ein neuer Satz der durch die einzelnen Verteilungsfunktionen im Arbeitsblatt erhobenen Werte verwendet. Diese Werte werden dann dazu verwendet, das Arbeitsblatt neu zu berechnen und einen neuen Wert für die Zielzelle zu generieren.

Genau wie bei Excel-Funktionen, enthalten Verteilungsfunktionen zwei Elemente, nämlich einen Funktionsnamen und Argumentswerte, die in Klammern gesetzt sind. Eine typische Funktion sieht wie folgt aus:

RiskNormal(100;10)

Genau wie bei Excel-Funktionen können auch Verteilungsfunktionen Argumente enthalten, die sich auf Zellen oder Ausdrücke beziehen, z. B.

RiskTriang(B1;B2*1,5;B3)

In diesem Fall wird der Zellwert durch eine Dreiecksverteilung (Triang) angegeben, und zwar durch den Minimalwert aus Zelle B1, dem Höchstwahrscheinlichkeitswert aus B2 (der mit 1,5 multipliziert wird) und dem Maximalwert aus Zelle B3.

Verteilungsfunktionen können auch (genau wie bei Excel-Funktionen) in Zellformeln verwendet werden. Eine Zellformel könnte z. B. wie folgt aussehen:

B2: 100+RiskUniform(10;20)+(1,5*RiskNormal(A1;A2))

Weitere Informationen zur Eingabe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind im @RISK-Handbuch unter <u>Referenz: Verteilungsfunktionen</u> oder in der Hilfe zu finden.

Zielzelle und Statistik identifizieren

Sowohl in RISKOptimizer als auch bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung wird eine Zielzelle identifiziert. Dies ist die Zelle, deren Wert minimiert oder maximiert werden soll, oder die Zelle, deren Wert so gut wie möglich einem voreingestellten Wert angenähert werden soll. Gewöhnlich ist dies das „Ergebnis“ des Modells (z. B. der Gewinn oder die Gesamtsumme des Modells), aber es kann sich dabei auch um jede beliebige Zelle in der Kalkulationstabelle handeln. In dieser Zelle muss sich eine Formel befinden, die die unterschiedlichen Werte zurückgibt, und zwar je nach Änderung der anpassbaren Zellen.

In RISKOptimizer wird jedoch nicht der aktuelle Wert der Zielzelle minimiert oder maximiert, **sondern eine „Statistik", die mit den Simulationsergebnissen für die Zielzelle verknüpft ist**. Während einer Optimierung führt RISKOptimizer aufeinander folgende Simulationen aus, und zwar jeweils mit einem anderen Satz von anpassbaren Zellwerten. Jede Simulation generiert eine Verteilung von möglichen Ergebnissen für die Zielzelle. Es wird dabei nach einem Satz von Werten für die anpassbaren Zellen gesucht, der z. B. den Verteilungsmittelwert der Zielzelle maximiert oder die entsprechende Standardabweichung minimiert.

In RISKOptimizer stehen sehr viele Minimierungs- oder Maximierungsoptionen zur Verfügung (z. B. für Mittelwert, Standardabweichung, Minimum usw.), da für jede versuchte Lösung durch die damit verknüpfte Simulation nicht nur eine Antwort generiert wird. Die Simulation generiert in der Tat eine vollständige Verteilung aller möglichen Ergebnisse für die Zielzelle, und zwar einschließlich Maximalwert, Mittelwert, Standardabweichung usw. Eine gewöhnliche Optimierung generiert dagegen nur einen einzigen neuen Zielwert für jede versuchte Lösung und dieser Wert ist die einzige mögliche Auswahl für das Minimieren oder Maximieren.

Eingabe der anpassbaren Zellen

Anpassbare Zellen werden bei herkömmlicher Kalkulationstabellenoptimierung und auch bei RISKOptimizer in ähnlicher Weise eingegeben. Für jede Zelle, die während einer Optimierung geändert werden kann, wird ein möglicher Minimal- und ein möglicher Maximalwert eingegeben.

Da das durch RISKOptimizer verwendete Optimierungsprogramm auf Evolver basiert, stehen in RISKOptimizer für die Eingabe von anpassbaren Zellen die gleichen Optionen wie in Evolver zur Verfügung. Das bezieht sich auch auf Mutationsrate, Lösungsmethode und gentechnische Operatoren. Weitere Informationen zur Eingabe von anpassbaren Zellen sind unter ***„Anpassbare Zellbereiche"*** in Kapitel 5: RISKOptimizer-Referenz zu finden.

Eingabe von Beschränkungen

Sowohl bei RISKOptimizer als auch bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung können harte Beschränkungen eingegeben werden, die dann eingehalten werden müssen. Bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung werden harte Beschränkungen bei jeder Probelösung geprüft. Wenn die Beschränkungen nicht eingehalten werden, wird die Lösung verworfen.

In RISKOptimizer wird dagegen für jede Probelösung eine vollständige Simulation ausgeführt. Jede Simulation besteht aus einer Anzahl von Iterationen oder einzelnen Neuberechnungen der Kalkulationstabelle unter Verwendung von neuen Proben aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Modell. Eine **harte Beschränkung** kann getestet werden, und zwar:

- **in jeder Iteration von jeder Simulation** (*Iterationsbeschränkung*). Wenn eine Iteration irgendwelche Werte ergibt, die gegen die harte Beschränkung verstoßen, wird die Simulation angehalten. Das heißt, diese Probelösung wird verworfen und dann mit der nächsten Probelösung und der zugehörigen Simulation begonnen.
- **am Ende der Simulation** (*Simulationsbeschränkung*). Diese Art der Beschränkung wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. In diesem Fall wird die Beschränkung am Ende der Simulation ausgewertet. Durch eine Simulationsbeschränkung (im Gegensatz zur Iterationsbeschränkung) ist es nicht möglich, die Simulation vor Beendung anzuhalten.

Eine zweite Art von Beschränkung, die so genannte „weiche Beschränkung", kann ebenfalls in RISKOptimizer verwendet werden. Die sich aus den weichen Beschränkungen ergebenden Strafpunkte werden stets am Ende einer Simulation berechnet. Die berechneten Strafpunkte werden dann der zu minimierenden oder maximierenden Zielstatistik hinzugefügt (bzw. davon abgezogen).

Weitere Informationen zur Eingabe von Beschränkungen sind unter ***„Beschränkungen"*** in Kapitel 5: RISKOptimizer-Referenz zu finden.

Einstellung der Optimierungs- und Simulationsoptionen

Genau wie bei der herkömmlichen Kalkulationstabellenoptimierung, sind auch in RISKOptimizer viele Optionen verfügbar, über die Sie die Länge der Laufzeit einer Optimierung steuern können. Durch RISKOptimizer werden jedoch neue Optionen hinzugefügt, mit deren Hilfe reguliert werden kann, wie lange die einzelnen Simulationen für jede Probelösung ausgeführt werden sollen.

RISKOptimizer sucht stets nach besseren Lösungen und führt die Simulationen so lange aus, bis der Vorgang durch die eingestellten Anhalteoptionen gestoppt wird. RISKOptimizer kann eine bestimmte Anzahl von Minuten ausgeführt werden oder auch so lange, bis eine bestimmte Anzahl von Probelösungen generiert wurde. Auch kann RISKOptimizer so lange ausgeführt werden, bis die beste Simulationsstatistik für die Zielzelle sich während einer bestimmten Anzahl von Versuchen nicht mehr ändert.

Ebenfalls kann angegeben werden, wie lange die Simulation für jede Probelösung ausgeführt werden soll. Jede Simulation kann beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Iterationen ausgeführt werden oder man überlässt es einfach RISKOptimizer, genau zu bestimmen, wann jede Simulation beendet werden soll. Wenn das der Fall ist, wird die Simulation gestoppt, sobald während der Optimierung die generierten Verteilungen für die Zielzelle sowie auch für die Zellen, auf die in den Simulationsbeschränkungen verwiesen wird, beständig oder stabil sind und die gewünschten Statistiken entsprechend konvergieren.

Ausführung der Optimierung

Bei Ausführung einer Optimierung durch RISKOptimizer wird die Kalkulationstabelle **bei jeder Simulation** mehrere Male hintereinander **simuliert**, und zwar unter Verwendung von verschiedenen möglichen Werten für die anpassbaren Zellen. Während dieses Prozesses:

1) **generiert RISKOptimizer einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen**

2) **wird eine Simulation der Kalkulationstabelle ausgeführt, und zwar unter Verwendung der anpassbaren Zellen und der durch RISKOptimizer generierten Werte** In jeder Iteration der Simulation werden aus allen in der Kalkulationstabelle enthaltenden Verteilungsfunktionen Werteproben erhoben und wird die Kalkulationstabelle dann neu berechnet, um einen neuen Wert für die Zielzelle zu erstellen. Wenn nach der Neuberechnung einer Iteration irgendwelche Iterationsbeschränkungen nicht mehr eingehalten werden, wird die Simulation angehalten und durch RISKOptimizer eine neue Probelösung generiert, die dann stattdessen simuliert wird.

3) **wird bei Abschluss jeder Simulation eine neue Verteilung der möglichen Werten für die Zielzelle generiert wird aus dieser Verteilung die Statistik berechnet, die minimiert oder maximiert werden soll** werden Probelösung und Simulationsergebnisse verworfen, falls irgendwelche Simulationsbeschränkungen nicht eingehalten werden. In diesem Fall wird dann eine neue Probelösung zum Simulieren generiert.

4) verwendet RISKOptimizer diese in der Simulation berechnete neue **Statistik** für die Zielzelle, um den nächsten Satz von anpassbaren Zellwerten zu wählen, die ausprobiert werden sollen

5) wird dann anschließend **eine weitere Simulation ausgeführt**, durch die RISKOptimizer eine neue **Statistik** zum Identifizieren eines neuen Satzes von Werten für die anpassbaren Zellen erhält

Dieser Prozess wird viele Male wiederholt, um RISKOptimizer zu ermöglichen, eine optimale Lösung zu identifizieren, d. h. um einen Satz von Werten für die anpassbaren Zellen zu finden, durch den die Statistik für den Zielzellenwert dann minimiert oder maximiert wird.

Kapitel 3: RISKOptimizer: Schritt für Schritt

Einführung

In diesem Kapitel wird der gesamte RISKOptimizer-Optimierungsprozess Schritt für Schritt beschrieben. Falls RISKOptimizer noch nicht auf Ihrer Festplatte installiert ist, sollten Sie sich den Abschnitt „Installation" in Kapitel 1: Einführung ansehen, um RISKOptimizer zu installieren, bevor Sie mit diesem Lernprogramm beginnen.

Wir beginnen damit, dass wir ein vordefiniertes Kalkulationstabellenmodell öffnen und dann für RISKOptimizer das Problem definieren, indem wir die entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Dialogfelder verwenden. Anschließend beobachten wir, wie RISKOptimizer nach Lösungen sucht, und untersuchen einige der vielen Optionen im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm. Weitere Informationen zu irgendeinem bestimmten Thema sind hinten in diesem Handbuch im Index zu finden oder auch in Kapitel 5: RISKOptimizer-Referenz.

HINWEIS: Die nachstehenden Bildschirmabbildungen stammen aus Excel 2007. Falls Sie eine andere Excel-Version verwenden, entsprechen diese Abbildungen evtl. nicht ganz dem, was Sie auf dem Bildschirm sehen.

Der Problemlösungsprozess beginnt mit einem Modell, durch das das betreffende Problem genau dargestellt wird. Das Modell muss in der Lage sein, einen gegebenen Satz an Eingabewerten (anpassbaren Zellen) auszuwerten und über eine numerische Einstufung anzugeben, wie gut das Problem durch diese Eingaben gelöst werden kann (Auswertungs- oder Fitnessfunktion). Das Modell muss auch Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit einbeziehen, durch die der Bereich der möglichen Werte für evtl. vorhandene unbestimmte Elemente beschrieben wird. Während RISKOptimizer nach Lösungen sucht, wird durch die Simulation der Fitnessfunktion ein gewisses Feedback übermittelt, wodurch RISKOptimizer erkennen kann, wie gut oder schlecht die einzelnen Vermutungen sind, und somit in die Lage versetzt wird, zunehmend bessere Vermutungen zu treffen. Bei Erstellung eines Modells des Problems muss genau auf die Fitnessfunktion geachtet werden, da RISKOptimizer sehr bemüht ist, die Simulationsergebnisse für diese Zelle zu maximieren (bzw. zu minimieren).

Das RISKOptimizer-Programm

Starten des Programms

Um RISKOptimizer zu starten müssen Sie ***entweder auf dem Windows-Desktop auf das RISKOptimizer-Symbol klicken oder im Windows-Startmenü erst*** **Palisade DecisionTools** ***und dann*** **RISKOptimizer 5.5** ***wählen. Dadurch werden dann Microsoft Excel und das RISKOptimizer-Programm gestartet.***

Die RISKOptimizer-Multifunktionsleiste

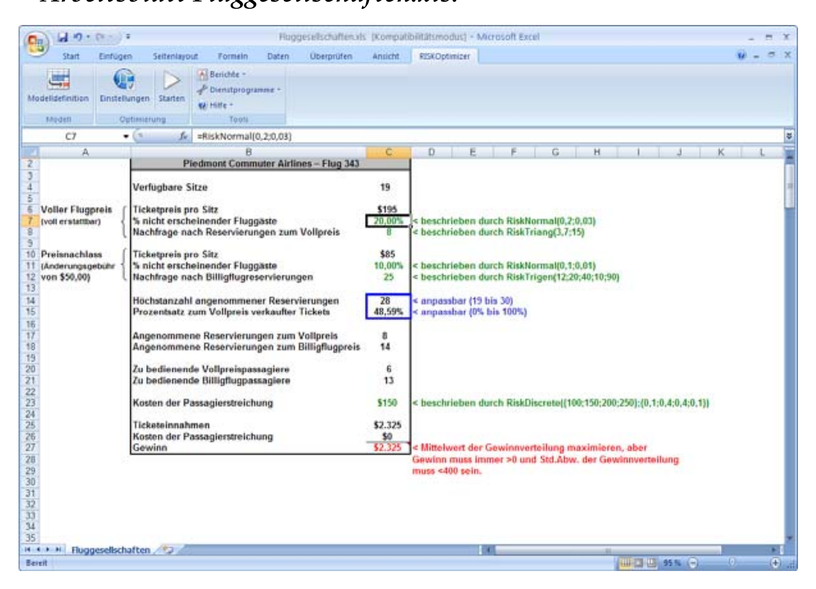
Nach dem Laden von RISKOptimizer ist in Excel eine neue Multifunktions- oder Symbolleiste für RISKOptimizer zu sehen. Diese Leiste enthält Schaltflächen, über die bestimmte RISKOptimizer-Einstellungen angegeben werden sowie die Optimierungen gestartet, pausieren gelassen und auch völlig gestoppt werden können.



Öffnen eines Beispielmodells

Um die RISKOptimizer-Funktionen zu überprüfen, können Sie sich ein Beispielmodell ansehen, das beim Installieren von RISKOptimizer automatisch mit installiert wurde. Vorgehensweise:

1) ***Öffnen Sie im Verzeichnis RISKOPTIMIZER5\EXAMPLES das Arbeitsblatt Fluggesellschaften.xls.***



Dieses Beispielblatt enthält ein Ertragsmanagement-Modell, durch das die optimale Anzahl der zu verkaufenden Vollpreis- und Billigflugsitze für einen bestimmten Flug identifiziert wird. Auch zeigt dieses Modell die optimale Anzahl an Reservierungen (Überbuchungen), die über die verfügbaren Sitze hinaus angenommen werden können, ohne größere Probleme heraufzubeschwören. Bei diesem standardmäßigen Optimierungsproblem haben wir es jedoch mit einer besonderen Schwierigkeit zu tun, da einige der Schätzungen in diesem Modell unbestimmt oder „stochastisch" sind. Es handelt sich dabei u. a. um die Anzahl der Passagiere, die bei dem betreffenden Flug tatsächlich an Board gehen sowie um die Nachfrage nach Reservierungen in den einzelnen Flugpreiskategorien und um die Kosten der Passagierstreichung bei überbuchten Flügen (mitunter ist ein Reise-Voucher im Werte von $100 ausreichend, während in anderen Fällen ein kostenloser Hin- und Rückflug gewährt werden muss). Gewöhnlich werden hierbei Einzelpunkt-Schätzungen verwendet, wodurch eine normale Optimierung ausgeführt werden kann. Aber was passiert, wenn diese Schätzungen falsch sind? Vielleicht werden dann nicht genügend Reservierungen angenommen (wodurch auf dem Flug einige Sitze leer bleiben) oder es finden zu viele Überbuchungen statt. Auch ist es möglich, dass zu viele Billigflugsitze verkauft werden, was dann den Gewinn beeinträchtigt. Oder es werden zu viele Vollpreissitze eingeplant, wodurch die Flugzeuge dann vielleicht halb leer fliegen müssen. RISKOptimizer ist in der Lage, diese Art von Optimierungsproblem zu lösen und Ihnen auch die Möglichkeit zu geben, die Unbestimmtheit zu berücksichtigen, die das betreffende Modell mit sich bringt.

Bei dem Beispiel über Fluggesellschaften müssen Sie zuerst mithilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen die in Ihrem Modell enthaltende Unbestimmtheit beschreiben. Anschließend werden dann die Dialogfelder in RISKOptimizer dazu verwendet, das Optimierungsproblem einzurichten. Danach wird RISKOptimizer ausgeführt, um die optimale Anzahl an Vollpreis- und Billigflug-Reservierungen zu identifizieren sowie den Gewinn zu maximieren und dabei das Risiko in akzeptablen Grenzen zu halten.

Beschreibung der Unbestimmtheit im Modell

In RISKOptimizer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen verwendet, um den Bereich der möglichen Werte für die unbestimmten Elemente im Modell zu beschreiben. Durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung werden Minimal- und Maximalwert für den Unbestimmtheitsfaktor angegeben sowie auch die relativen Wertwahrscheinlichkeiten zwischen dem Minimum und dem Maximum.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden in RISKOptimizer mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen eingegeben. Dies sind anpassbare RISKOptimizer-Funktionen, die genau wie standardmäßige Excel-Funktionen in die Zellen und Formeln der Kalkulationstabelle eingegeben werden können. Beispiel:

- **RiskTriang(10;20;30)** kennzeichnet eine Dreiecksverteilung mit einem möglichen *Minimalwert* von 10, einem *Höchstwahrscheinlichkeitswert* von 20 und einem *Maximalwert* von 30.

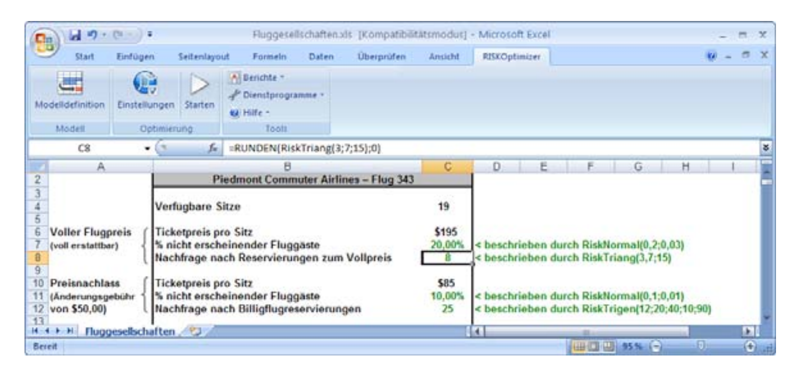
Im Modell Fluggesellschaften.xls sind fünf Unbestimmtheitsfaktoren vorhanden, die jeweils durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben sind. 1. Wahrscheinlichkeitsverteilung:

- **Nachfrage nach Reservierungen zum Vollpreis (in Zelle C8);** dies wird durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung ***RiskTriang(3;7;15)*** beschrieben. Durch diese Funktion wird angegeben, dass möglicherweise zwischen 3 und 15 Vollpreis-Reservierungen verlangt werden und dass der Höchstwahrscheinlichkeitswert bei 7 liegt.

Eingabe dieser Wahrscheinlichkeitsverteilung:

1) ***Wählen Sie die Zelle C8.***

2) ***Geben Sie die Formel =RUNDEN(RiskTriang(3;7;15);0) ein. Durch die Excel-Funktion RUNDEN wird einfach die durch die RiskTriang-Funktion zurückgegebene Werteprobe genommen und auf den nächstgelegenen Ganzzahlwert auf- oder abgerundet. (Sie können also keine Nachfrage nach 5,65 Reservierungen haben!)***



Die anderen im Modell enthaltenen, nachstehend aufgeführten Verteilungen wurden bereits in Fluggesellschaften.xls eingegeben. Wenn Sie möchten, können Sie sich diese in den betreffenden Zellen ansehen.

- **% nicht erscheinender Fluggäste – Reservierungen zum Vollpreis (in Zelle C7)**. Dies wird durch ***RiskNormal(0,2;0,03)*** beschrieben, was bedeutet, dass durchschnittlich 20% der zum Vollpreis gebuchten Fluggäste nicht zum Flug erscheinen. Der tatsächliche Prozentsatz nicht erscheinender Fluggäste variiert um ca. 20%, was durch eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 0,2 und einer Standardabweichung von 0,03 beschrieben wird.

- **% nicht erscheinender Fluggäste – Reservierungen zum Billigflugpreis (in Zelle C11)**. Dies wird durch ***RiskNormal(0,1;0,01)*** beschrieben, was bedeutet, dass durchschnittlich 10% der zum Billigflugpreis gebuchten Fluggäste nicht zum Flug erscheinen. Der tatsächliche Prozentsatz nicht erscheinender Fluggäste variiert um ca. 10%, was durch eine Normalverteilung mit einem Mittelwert von 0,1 und einer Standardabweichung von 0,01 beschrieben wird. Die Anzahl nicht erscheinender Fluggäste ist bei Billigflug-Reservierungen geringer als bei Reservierungen zum Vollpreis, da eine Gebühr von $75,00 für das Ändern eines Billigflug-Tickets berechnet wird, während keine solche Gebühr bei in voller Höhe rückzahlbaren Vollpreis-Tickets erhoben wird.

- **Nachfrage nach Reservierungen zum Billigflugpreis (in Zelle C12);** dies wird durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung ***RiskTrigen(12;20;40;10;90)*** beschrieben. Durch diese Funktion wird angegeben, dass die Nachfrage nach Reservierungen zum Billigflugpreis durch eine Dreiecksverteilung beschrieben wird, in der das 10. Perzentil = 12, der Höchstwahrscheinlichkeitswert = 20 und das 90. Perzentil = 40 ist.

- **Kosten der Passagierstreichung (in Zelle C23)**, die durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung ***RiskDiscrete({100;150;200;250};{0,1;0,4;0,4;0,1})*** *beschrieben wird*. Hierdurch wird angegeben, dass die Kosten pro gestrichenem Fluggast $100, $150, $200 oder $250 betragen können. Das hat damit zu tun, dass Fluggäste mitunter freiwillig gegen einen Reise-Voucher von $100 vom überbuchten Flug auf einen anderen überwechseln, während in anderen Fällen eine höhere Entschädigung notwendig ist.

Weitere Informationen über diese und andere Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind im @RISK-Handbuch unter Referenz: Verteilungsfunktionen oder in der Hilfe zu finden.

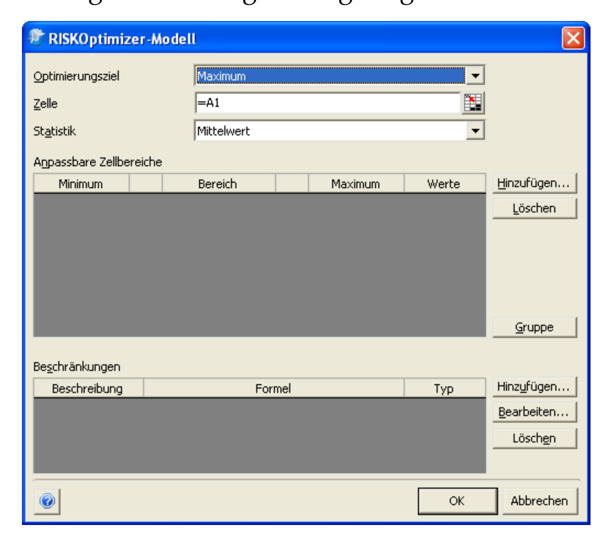
Da jetzt die Wahrscheinlichkeitsverteilungen, durch die die Unbestimmtheit beschrieben wird, ordnungsgemäß in das Modell eingegeben worden sind, können Sie als Nächstes in RISKOptimizer über die entsprechenden Dialogfelder die Optimierung einrichten.

Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“

Vorgehensweise, um die RISKOptimizer-Optionen für dieses Arbeitsblatt einzustellen:

1) ***Klicken Sie in der RISKOptimizer-Symbolleiste auf das Symbol für „Modell“ (ganz links in der Leiste).***

Es wird dann folgendes Dialogfeld angezeigt:



Dieses Dialogfeld erleichtert den Benutzern, das Problem einfach und unkompliziert zu beschreiben. In dem im Lernprogramm gegebenen Beispiel wird versucht, die Anzahl an Vollpreis- und Billigflugpreis-Reservierungen festzulegen, die angestrebt werden sollte, um den Gesamtgewinn zu maximieren.

Auswahl der Statistik für die Zielzelle

Im Modell Fluggesellschaften.xls ist Zelle C27 (Gewinn) die Zielzelle. Dies ist die Zelle, deren Simulationsstatistik minimiert oder maximiert werden soll, oder die Zelle, deren Simulationsstatistik so gut wie möglich einem voreingestellten Wert angenähert werden soll. Vorgehensweise:

1) ***Stellen Sie die Option „Optimierungsziel“ auf „Maximum“ ein.***

2) ***Geben Sie die Zielzelle ($C$27) in das Feld „Zelle“ ein.***

3) ***Wählen Sie in der Dropdown-Liste den Eintrag „Mittelwert“, da die Simulationsstatistik „Mittelwert“ maximiert werden soll.***

In den Dialogfeldern von RISKOptimizer können Zellverweise auf zwei Weisen eingegeben werden: 1) Sie können mit dem Cursor in das Feld klicken und dann den Verweis direkt in das Feld eingeben oder 2), Sie können im betreffenden Feld auf das Symbol für „Verweiseingabe“ klicken und dann die gewünschten Arbeitsblattzellen direkt mit der Maus auswählen.

Hinzufügung anpassbarer Zellbereiche

Sie müssen jetzt angeben, wo sich die Zellen befinden, deren Werte RISKOptimizer anpassen soll, um nach Lösungen zu suchen. Diese Variablen werden blockweise hinzugefügt und bearbeitet, und zwar über das *Dialogfeld „Anpassbare Zellen“*. Die Anzahl der Zellen, die in dieses Dialogfeld eingegeben werden können, hängt ganz davon ab, welche Version von RISKOptimizer Sie verwenden.

1) ***Klicken Sie unter „Anpassbare Zellbereiche“ auf „Hinzufügen“.***

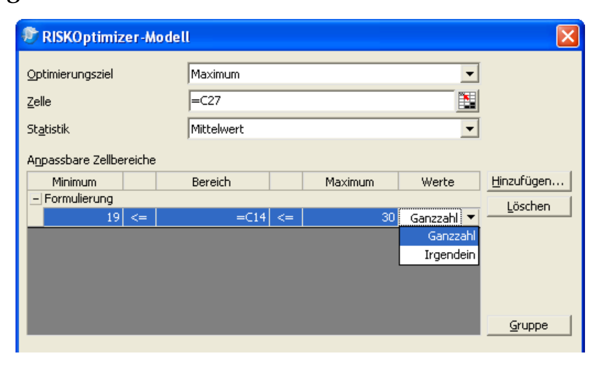
2) ***Wählen Sie C14 aus, da dies in Excel die Zelle ist, die als anpassbare Zelle hinzugefügt werden soll.***

Eingabe des Min-Max-Bereichs für anpassbare Zellen

Meistens ist es angebracht, die möglichen Werte für einen anpassbaren Zellbereich auf einen bestimmten Min-Max-Bereich zu begrenzen. In RISKOptimizer wird das „Bereichsbeschränkung" genannt. Dieser Min-Max-Bereich kann schnell und mühelos bei Auswahl der anzupassenden Zellen eingegeben werden. In Fluggesellschaften.xls umfasst dieser Bereich einen möglichen Minimalwert für anzustrebende Reservierungen von 19 und einen Maximalwert von 30. Sie können diese Bereichsbeschränkung wie folgt eingeben:

1) ***Geben Sie 19 in die Zelle „Minimum" und 30 in die Zelle „Maximum" ein.***

2) ***Wählen Sie in der Zelle „Werte" aus der Dropdown-Liste den Eintrag „Ganzzahl".***

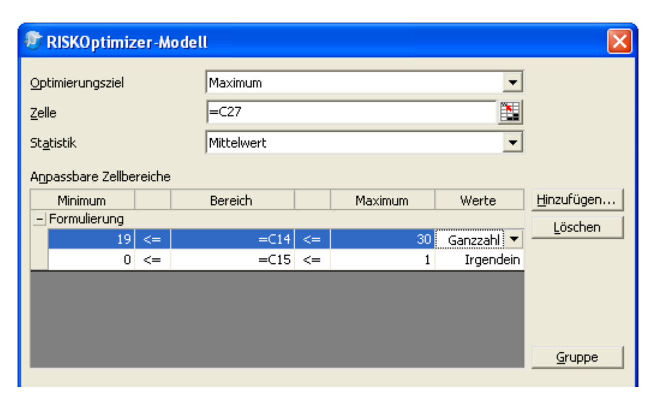


Geben Sie jetzt eine zweite anzupassende Zelle ein:

1) ***Klicken Sie auf „Hinzufügen", um eine zweite anpassbare Zelle einzugeben.***

2) ***Wählen Sie die Zelle C15.***

3) ***Geben Sie 0 als Minimum und 1 als Maximum ein.***



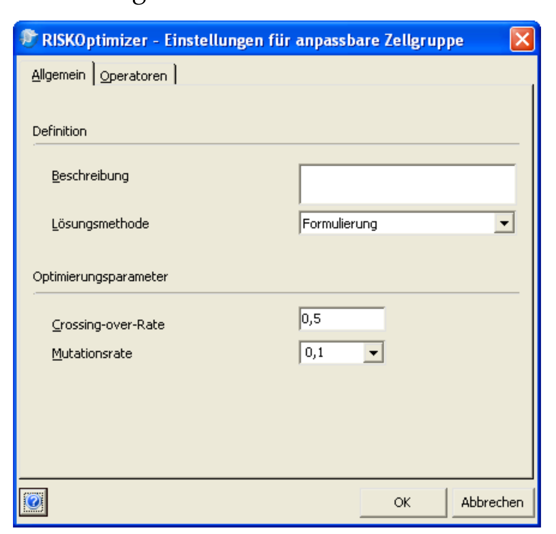
Hierdurch wird die letzte anpassbare Zelle (Zelle C15) angegeben, die den Prozentsatz der Gesamtreservierungen zum Vollpreis darstellt.

Wenn dieses Problem noch weitere Variablen hätte, würden wir diese ebenfalls als Sätze von anpassbaren Zellen hinzufügen. In RISKOptimizer können Sie eine unbegrenzte Anzahl von anpassbaren Zellgruppen erstellen. Sie brauchen zu diesem Zweck lediglich erneut auf „Hinzufügen" klicken.

Etwas später möchten Sie vielleicht die anpassbaren Zellen überprüfen oder einige der zugehörigen Einstellungen ändern. Das kann mühelos durch Bearbeitung des Min-Max-Bereichs in der Tabelle geschehen. Auch können Sie einen Satz von Zellen auswählen und dann auf „Löschen" klicken, um diesen zu entfernen.

Auswahl einer Lösungsmethode

Beim Definieren von anpassbaren Zellen können Sie die zu verwendende ***Lösungsmethode*** angeben. Für verschiedene Arten von anpassbaren Zellen sind unterschiedliche Lösungsmethoden erforderlich. Lösungsmethoden werden jeweils für eine Gruppe von anpassbaren Zellen eingestellt und können durch Klicken auf **Gruppe** und Anzeige des Dialogfelds **Einstellungen für anpassbare Zellgruppen** geändert werden. Oft wird die standardmäßige Lösungsmethode „Formulierung" verwendet, bei der der Wert jeder einzelnen Zelle unabhängig von den anderen Zellen geändert werden kann. Da „Formulierung" bereits als Standardmethode ausgewählt ist, braucht hier nichts geändert werden.



Die Lösungsmethoden „Formulierung“ und „Reihenfolge“ sind am beliebtesten und können auch zusammen verwendet werden, um komplexe, kombinatorische Probleme zu lösen. Durch die Lösungsmethode „Formulierung“ wird jede Variable als Bestandteil einer Formulierung behandelt und es wird versucht, die „beste Kombination“ zu finden, indem der Wert der einzelnen Variablen unabhängig voneinander geändert wird. Im Gegensatz dazu werden bei der Lösungsmethode „Reihenfolge“ die Werte unter den Variablen ausgetauscht. Mit anderen Worten, die Originalwerte werden neu angeordnet, um die beste Reihenfolge zu finden.

Beschränkungen

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, Beschränkungen einzugeben. Dabei handelt es sich um Bedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu generieren. In diesem Beispielmodell sind zwei zusätzliche Beschränkungen enthalten, die eingehalten werden müssen, damit der mögliche Satz an Werten für die *maximale Anzahl an anzustrebenden Reservierungen und den Prozentsatz an Vollpreis-Buchungen* auch gültig ist. Diese beiden Beschränkungen sind zusätzlich zu den Bereichsbeschränkungen, die bereits für die anpassbaren Zellen eingegeben wurden. Zusätzliche Beschränkungen:

- **Gewinn muss immer > 0 sein**
- **Standardabweichung der Simulationsergebnisse für Gewinn muss < 400 sein**

Jedesmal, wenn RISKOptimizer eine mögliche Lösung für Ihr Modell generiert, wird eine Simulation für diese Lösung ausgeführt. Jede Simulation besteht aus Hunderten oder Tausenden von Iterationen oder Neuberechnungen der Kalkulationstabelle. Bei jeder Iteration wird eine Werteprobe aus jeder Wahrscheinlichkeitsverteilung im Modell erhoben. Anschließend wird das Modell dann unter Verwendung der neu erhobenen Werte erneut berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Probelösungssimulation wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zielzelle generiert, und zwar unter Verwendung der für die einzelnen Iterationen berechneten Zielzellenwerte.

Iterations- und Simulations-beschränkungen

Beschränkungen können durch RISKOptimizer überprüft werden:

- **Nach jeder Iteration der Simulation (Iterationsbeschränkung)**
- **Am Ende jeder Simulation (Simulationsbeschränkung)**

Im Modell Fluggesellschaften.xls ist „Gewinn muss immer >0 sein" eine Iterationsbeschränkung, während es sich bei „Standardabweichung der Simulationsergebnisse für Gewinn muss <400 sein" um eine Simulationsbeschränkung handelt. Mit anderen Worten, nach jeder Iteration einer Simulation prüft RISKOptimizer nach, um sicherzustellen, dass der Gewinn größer als 0 ist. Falls dies nicht der Fall ist, wird die Probelösung verworfen. Bei erfolgreichem Abschluss einer Simulation (d. h. sobald der Gewinn bei allen Iterationen größer als 0 ist) wird die Standardabweichung der Wahrscheinlichkeitsverteilung für Gewinn überprüft, um sicherzustellen, dass diese Verteilung geringer als 400 ist. Andernfalls wird die Probelösung verworfen.

Beschränkungen werden im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell" ganz unten unter *Beschränkungen* angezeigt. In RISKOptimizer können zwei Arten von Beschränkungen angegeben werden:

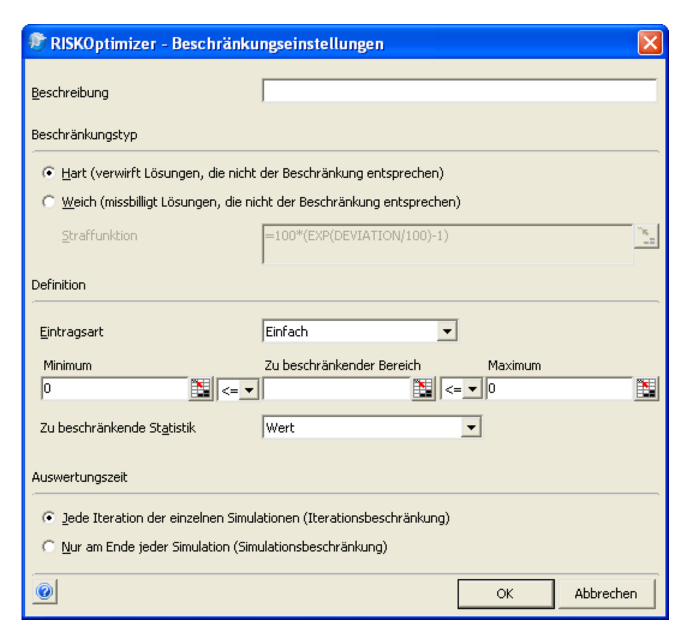
- **Harte Beschränkungen** Dies sind Bedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu erhalten (bei einer harten Iterationsbeschränkung könnte es sich z. B. um C10<=A4 handeln, in welchem Fall die Lösung verworfen werden würde, wenn durch sie für C10 ein Wert generiert wird, der größer ist als der Wert in Zelle A4).
- **Weiche Beschränkungen** Dies sind Bedingungen, die so gut wie möglich eingehalten werden sollten, die aber kompromittiert werden können, um ein erheblich besseres Fitness- oder Zielzellenergebnis zu erhalten. Bei einer weichen Beschränkung könnte es sich z. B. um C10<100 handeln. In diesem Fall könnte C10 zwar größer als 100 sein, aber dann würde der für die Zielzelle berechnete Wert reduziert werden, und zwar gemäß der von Ihnen eingegebenen Strafpunkte.

Hinzufügung einer Beschränkung

Vorgehensweise:

1) ***Klicken Sie in RISKOptimizer im Hauptdialogfeld unter „Beschränkungen" auf „Hinzufügen".***

Dadurch wird das Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen" angezeigt, in das Sie die Beschränkungen für Ihr Modell eingeben können.



Einfache Wertebereichs- und Formelbeschränkungen

Zwei Formate – *Einfach* und *Formel* – können zur Eingabe von Beschränkungen verwendet werden. Das Format „Einfacher Wertebereich“ ermöglicht die Eingabe von Beschränkungen unter Verwendung einfacher Vergleiche, wie z. B. <, <=, >, >= oder =. Eine typische Beschränkung des Formats „Einfacher Wertebereich“ wäre z. B. *0<Value of A1<10*, wobei A1 in das Feld *Zellbereich*, 0 in das Feld *Min* und 10 in das Feld *Max* eingegeben wird. Der gewünschte Operator wird dann in den Dropdown-Listenfeldern ausgewählt. Bei diesem Beschränkungsformat kann entweder ein Minimalwert oder ein Maximalwert oder auch beides eingegeben werden.

Eine Formelbeschränkung macht es dagegen möglich, irgendeine gültige Excel-Formel (z. B. A19<(1,2*E7)+E8) als Beschränkung einzugeben. Bei jeder möglichen Lösung wird durch RISKOptimizer im Falle einer Formelbeschränkung auch geprüft, ob die eingegebene Formel dem Wert WAHR oder FALSCH entspricht (d. h. ob die Beschränkung eingehalten wurde). Falls eine Boolesche Formel in einer Arbeitsblattzelle als Beschränkung verwendet werden soll, brauchen Sie im Feld *Formel* des Dialogfelds „Beschränkungseinstellungen“ nur auf die betreffende Zelle verweisen.

Um die Beschränkungen für das Modell Fluggesellschaften.xls einzugeben, müssen Sie zwei neue Beschränkungen angeben. Zuerst einmal die harte Beschränkung *Gewinn > 0* im Format *Einfacher Wertebereich*:

1) ***Geben Sie in das Beschreibungsfeld „Gewinn > 0“ ein.***

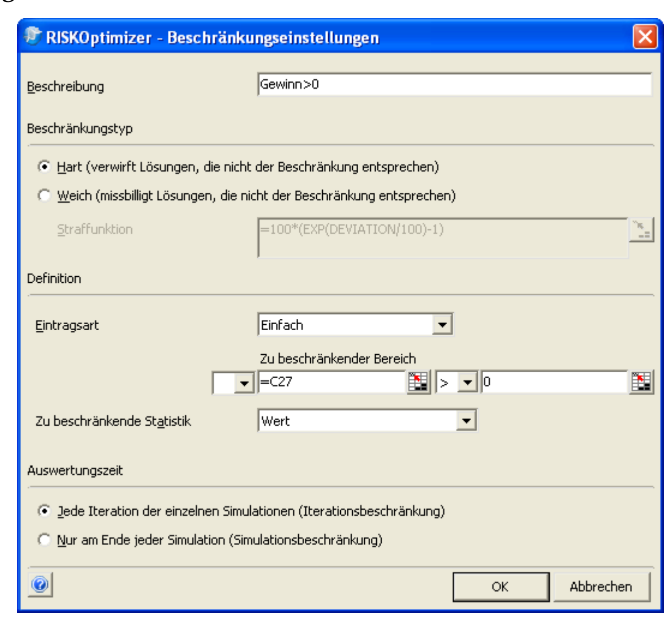
2) ***Geben Sie in das Feld „Zu beschränkender Bereich“ C27 ein.***

3) ***Wählen Sie rechts von „Zu beschränkender Bereich“ den Operator > aus.***

4) ***Löschen Sie im Feld „Maximum“ den Standardwert 0.***

5) ***Löschen Sie links von „Zu beschränkender Bereich“ den Operator, indem Sie in der Dropdown-Liste einen leeren Eintrag wählen.***

6) ***Klicken Sie auf „Jede Iteration von jeder Simulation“ und dann auf OK. Dadurch wird angegeben, dass der Gewinn immer größer als 0 sein muss, ganz gleich, wie viele Reservierungen angenommen werden.***



7) ***Klicken Sie auf OK, um diese Beschränkung einzugeben.***

Geben Sie als Nächstes die Simulationsbeschränkung ein:

1) ***Klicken sie auf „Hinzufügen“, um erneut das Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen“ anzuzeigen.***

2) ***Geben Sie in das Beschreibungsfeld „StdAbw von Gewinn<400“ ein.***

3) ***Geben Sie in das Feld „Zu beschränkender Bereich“ C27 ein.***

4) ***Wählen Sie rechts des Zellbereichs den Operator < aus.***

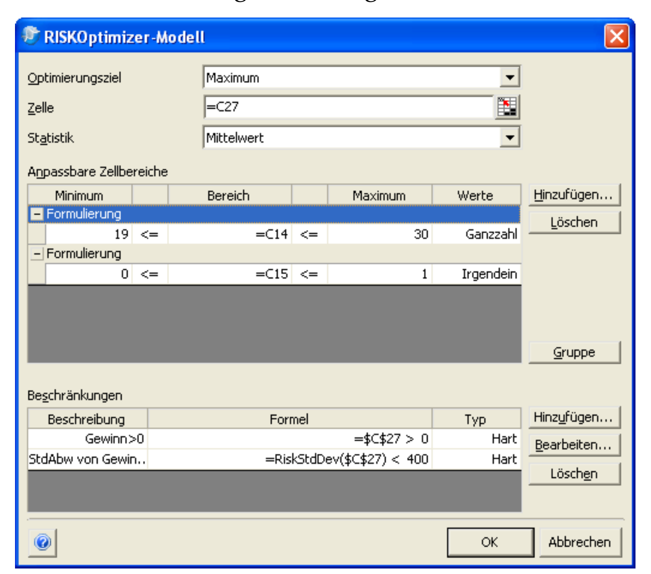
5) ***Geben Sie in das Feld „Max“ den Wert 400 ein.***

6) ***Löschen Sie links von „Zu beschränkender Bereich“ den Operator, indem Sie in der Dropdown-Liste einen leeren Eintrag wählen.***

7) ***Klicken Sie auf die Dropdown-Liste „Zu beschränkende Statistik“ und wählen Sie „Standardabweichung“.***

8) ***Klicken Sie auf OK.***

Das Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ sollte mit den eingegebenen Beschränkungen wie folgt aussehen:



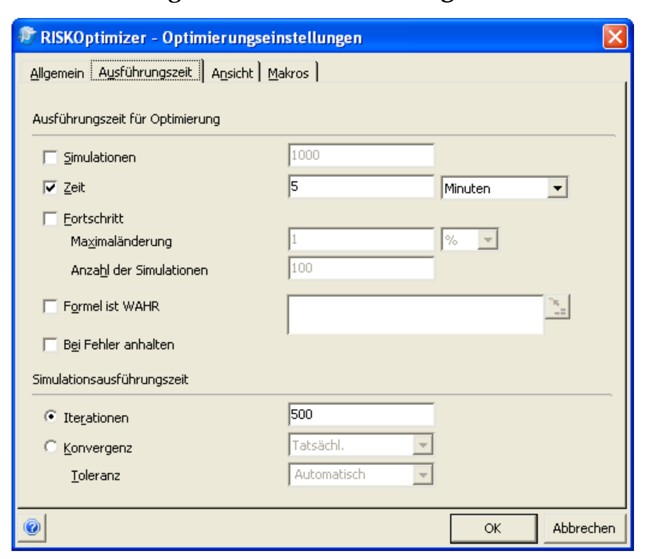
Andere RISKOptimizer-Optionen

Optimierungs-anhaltebedingungenÜber verfügbare Optionen, wie z. B. **Anzeige aktualisieren, Ausgangszufallswert, Optimierungsanhaltebedingungen** und **Simulationsanhaltebedingungen**, kann eingestellt werden**,** wie RISKOptimizer während einer Optimierung funktionieren soll. Hier sind einige Einstellmöglichkeiten für Anhaltebedingungen und Anzeigeaktualisierung.

Optimierungs-anhalte-bedingungen

Durch RISKOptimizer kann eine Optimierung so lange wie gewünscht ausgeführt werden. Mithilfe der Anhaltebedingungen wird RISKOptimizer angewiesen, automatisch anzuhalten, wenn entweder: a) *eine bestimmte Anzahl an Szenarien oder Versuchen ausgeführt wurde*, b) *eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist,* c) *keine Verbesserung in den letzten **n** Szenarien festgestellt wurde*, d) *die eingegebene Excel-Formel dem Wert WAHR entspricht* oder e) *ein Fehlerwert für die Zielzelle berechnet wurde*. So können die Anhaltebedingungen angezeigt und bearbeitet werden:

1) *Klicken Sie in der* **RISKOptimizer**-*Symbolleiste auf das Symbol für* **Optimierungseinstellungen**.
2) *Wählen Sie die Registerkarte* **Ausführungszeit.**



Im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** können Sie jede beliebige Kombination dieser Optimierungsanhaltebedingungen auswählen oder auch überhaupt keine. Falls Sie mehr als eine Anhaltebedingung wählen, stoppt RISKOptimizer, sobald eine der ausgewählten Bedingungen eintritt. Wenn Sie dagegen überhaupt keine Anhaltebedingung auswählen, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis Sie den Vorgang manuell anhalten, indem Sie in der RISKOptimizer-Symbolleiste auf die Schaltfläche „Stop“ drücken.

Simulationen	Zeit	Fortschritt	Formel ist WAHR
Durch diese Option wird die Anzahl der Simulationen eingestellt, die RISKOptimizer ausführen soll. RISKOptimizer führt eine Simulation für einen kompletten Satz von Variablen oder für eine mögliche Lösung des Problems aus.	RISKOptimizer wird angehalten, sobald eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist. Dies kann durch eine Dezimalzahl angegeben werden (z. B. 4,25).	Diese Anhaltebedingung wird am beliebtesten benutzt, weil dadurch die Verbesserung festgehalten und RISKOptimizer so lange ausgeführt wird, bis kaum noch Verbesserungen auftreten. RISKOptimizer könnte z. B. angehalten werden, wenn bereits 100 Simulationen ausgeführt worden sind und immer noch keine Änderung im bisher besten Szenario festgestellt wurde.	RISKOptimizer wird angehalten, wenn die eingegebene Excel-Formel in der Simulation dem Wert WAHR entspricht.

1) ***Stellen Sie die Minuten auf 5 ein, damit* RISKOptimizer *genau fünf Minuten lang ausgeführt wird*.**

Simulations-anhaltebedingungen

RISKOptimizer führt eine vollständige Simulation des Modells für jede generierte Probelösung aus. Sie können über die Simulationsanhaltebedingungen angeben, wie lange jede dieser Simulationen ausgeführt werden soll. Die einzelnen Simulationen können beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Iterationen ausgeführt werden oder man überlässt es einfach RISKOptimizer, genau zu bestimmen, wann jede Simulation beendet werden soll.

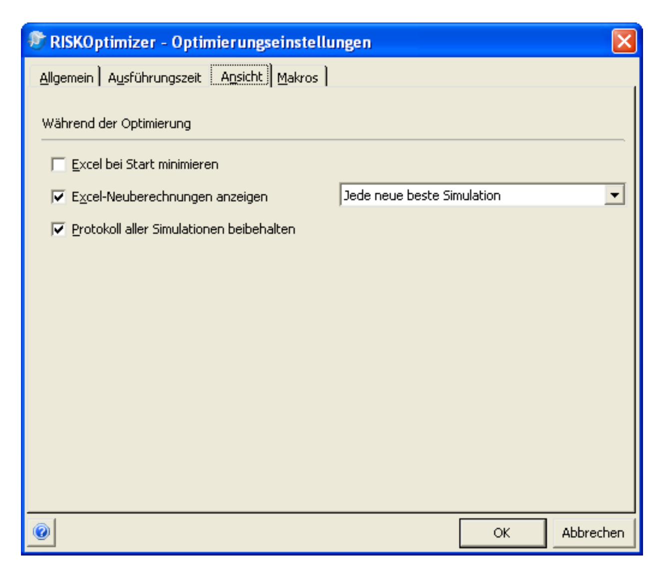
Iterationen	Bei effektiver Konvergenz anhalten	Bei projektierter Konvergenz anhalten
Diese Option ermöglicht Ihnen, bei jeder Simulation eine bestimmte Anzahl von Iterationen auszuführen. RISKOptimizer führt dann die angegebene Anzahl an Iterationen für jede Simulation aus, die für jede durch RISKOptimizer generierte Probelösung vorgenommen wird (es sei denn, dass dieser Vorgang vorzeitig unterbrochen wird, weil eine Iterationsbeschränkung nicht eingehalten wurde).	Durch diese Option wird RISKOptimizer angewiesen, jede Simulation anzuhalten, wenn während der Optimierung die für die Zielzelle und für die anderen Zellen (auf die in den Simulationsbeschränkungen verwiesen wurde) generierten Verteilungen stabil sind sowie die gewünschten Statistiken konvergieren. Wie viel eine als „konvergiert" markierte Statistik variieren darf, wird über die Option *Toleranz* eingestellt.	Durch diese Option wird RISKOptimizer angewiesen, jede Simulation anzuhalten, wenn das Programm in der Lage ist, intern zu projektieren, dass die für die Zielzelle der Optimierung und für die in den Simulationsbeschränkungen verwiesenen Zellen generierten Verteilungen stabil sind. RISKOptimizer projektiert die Konvergenz auf Basis von Ergebnissen vorheriger Simulationen, die während der Optimierung ausgeführt wurden.

1) ***Stellen Sie die Iterationen auf = 500 ein****, wenn* **RISKOptimizer** ***eine schnelle Simulation für jede Probelösung ausführen soll****.*

Protokollierung von Simulations-daten

RISKOptimizer ist in der Lage, während einer Optimierung eine fortlaufende Beschreibung jeder Simulation anzuzeigen. Das schließt sowohl den Wert der berechneten Zielstatistik und die grundlegenden Statistiken der simulierten Verteilung von Zielzellenwerten als auch die anpassbaren Zellwerte mit ein sowie auch die Meldung, ob die Beschränkungen eingehalten wurden oder nicht. Vorgehensweise, um dieses Protokoll während einer Optimierung anzuzeigen:

1) ***Klicken Sie auf die Registerkarte „Ansicht“ und wählen Sie im Dialogfeld „Optimierungseinstellungen“ die Option „Protokoll aller Simulationen beibehalten“.***



Ausführung der Optimierung

Jetzt braucht dieses Modell nur noch optimiert werden, um die maximale Anzahl an Reservierungen in jeder Flugpreiskategorie festzulegen, damit der Gewinn maximiert wird. Vorgehensweise:

1) ***Klicken Sie auf OK, um das Dialogfeld „Optimierungseinstellungen" zu beenden.***

2) ***Klicken Sie auf das Symbol für „Optimierung starten".***

Während RISKOptimizer damit beginnt, an diesem Problem zu arbeiten, werden in Ihrer Kalkulationstabelle die aktuellen besten Werte für die anpassbaren Zellen angezeigt, *d. h. die Gesamtanzahl der anzustrebenden Reservierungen und der Prozentsatz der Reservierungen zum Vollpreis*. Der beste Mittelwert für *Gewinn* wird in Blau angezeigt, und zwar zeigt ein Pfeil auf die betreffende Zielzelle.



Während dieser Vorgang ausgeführt wird, ist im Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt" Folgendes zu sehen: 1) die beste bisher gefundene Lösung, 2) der Originalwert der ausgewählten Simulationsstatistik für die Zielzelle bei Beginn der RISKOptimizer-Optimierung, 3) die Anzahl der Simulationen Ihres Modells, die bisher ausgeführt wurden, und die Anzahl der davon gültigen Simulationen (d. h. bei denen alle Beschränkungen eingehalten wurden) und 4) die bisher während der Optimierung verstrichene Zeit.

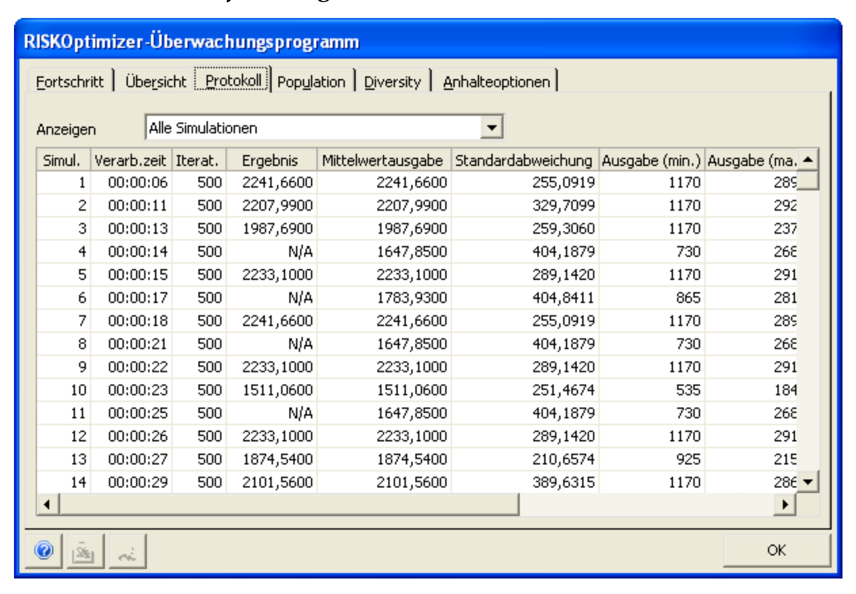
Sie können jederzeit während der Ausführung auf das Symbol für **Excel-Aktualisierungsoptionen anzeigen** klicken, um bei jeder Simulation eine Echtzeit-Aktualisierung des Bildschirms zu sehen.

RISKOptimizer-Überwachungs-programm

In RISKOptimizer kann auch ein kontinuierliches Protokoll der für jede Probelösung ausgeführten Simulationen angezeigt werden. Dieses Protokoll ist während der Ausführung von RISKOptimizer im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Das Überwachungsprogramm ermöglicht Ihnen, viele Aspekte des Problems zu untersuchen und zu ändern, während RISKOptimizer an diesem arbeitet. Das kontinuierliche Protokoll der ausgeführten Simulationen kann wie folgt angezeigt werden:

1) ***Klicken Sie im Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt“ auf das Symbol für „Überwachungsprogramm“ (d. h. auf die Lupe), um das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm anzuzeigen.***

2) ***Klicken Sie auf die Registerkarte „Protokoll“.***



Simul.	Verarb.zeit	Iterat.	Ergebnis	Mittelwertausgabe	Standardabweichung	Ausgabe (min.)	Ausgabe (ma.
1	00:00:06	500	2241,6600	2241,6600	255,0919	1170	289
2	00:00:11	500	2207,9900	2207,9900	329,7099	1170	292
3	00:00:13	500	1987,6900	1987,6900	259,3060	1170	237
4	00:00:14	500	N/A	1647,8500	404,1879	730	268
5	00:00:15	500	2233,1000	2233,1000	289,1420	1170	291
6	00:00:17	500	N/A	1783,9300	404,8411	865	281
7	00:00:18	500	2241,6600	2241,6600	255,0919	1170	289
8	00:00:21	500	N/A	1647,8500	404,1879	730	268
9	00:00:22	500	2233,1000	2233,1000	289,1420	1170	291
10	00:00:23	500	1511,0600	1511,0600	251,4674	535	184
11	00:00:25	500	N/A	1647,8500	404,1879	730	268
12	00:00:26	500	2233,1000	2233,1000	289,1420	1170	291
13	00:00:27	500	1874,5400	1874,5400	210,6574	925	215
14	00:00:29	500	2101,5600	2101,5600	389,6315	1170	286

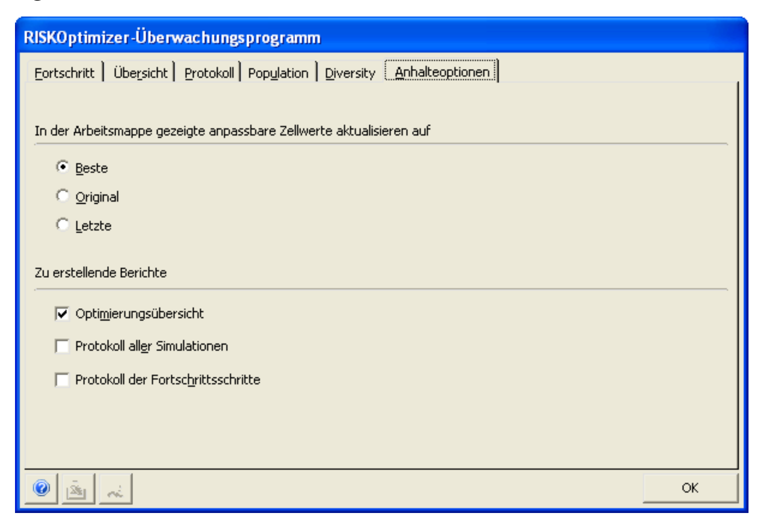
In diesem Bericht sind die Simulationsergebnisse jeder Probelösung zu sehen. In der Spalte *Ergebnis* wird für jede Simulation der Wert der Zielzellenstatistik angegeben, die maximiert oder minimiert werden soll – in diesem Fall der Mittelwert des Gewinns in $C$27. In den Spalten *Ausgaben-Mittelw.*, *Ausgaben-StdAbw.*, *Ausgabe (min.)* und *Ausgabe (max.)* wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Zielzellenprofit beschrieben, der durch die einzelnen Simulationen berechnet wurde. In den Spalten *$C$14* und *$C$15* werden die Werte identifiziert, die für die anpassbaren Zellen verwendet wurden. In den Spalten für *StdDev Gewinn<400* und *Gewinn>0* ist zu sehen, ob die von Ihnen angegebenen Beschränkungen in jeder Simulation eingehalten wurden.

Anhalten der Optimierung

Nach fünf Minuten wird die Optimierung durch RISKOptimizer angehalten. Sie können die Optimierung aber auch anhalten, indem Sie

1) *Im Fenster* **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm** *oder* **RISKOptimizer-Fortschritt** *auf das Symbol für* **Stop** *klicken.*

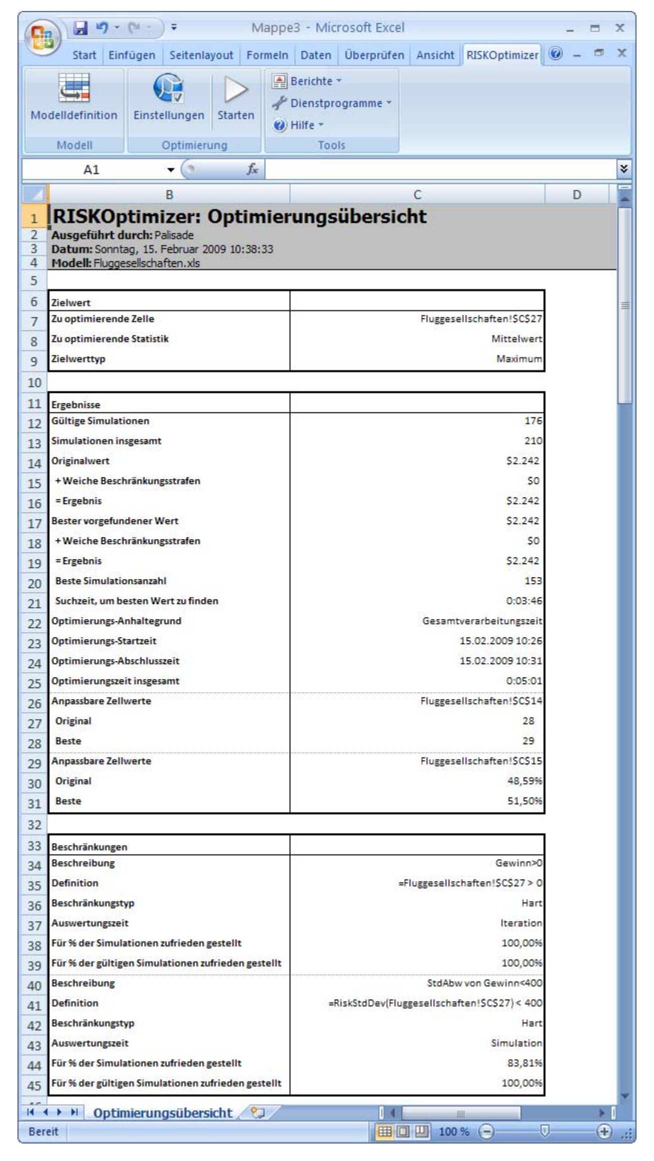
Sobald der RISKOptimizer-Prozess angehalten wird, ist die Registerkarte **Anhalteoptionen** zu sehen, auf der folgende Optionen verfügbar sind:



Dieselben Optionen werden automatisch angezeigt, wenn irgendwelche der im Dialogfeld **RISKOptimizer-Optimierungseinstellungen** eingestellten Anhaltebedingungen eingehalten werden.

Übersichtsbericht

In RISKOptimizer können Sie einen Optimierungs-Übersichtsbericht erstellen, der Informationen, wie z. B. Datum und Urzeit der Ausführung, die verwendeten Optimierungseinstellungen, den für die Zielzelle berechneten Wert und den Wert der einzelnen anpassbaren Zellen, enthält.



RISKOptimizer: Optimierungsübersicht

Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Sonntag, 15. Februar 2009 10:38:33
Modell: Fluggesellschaften.xls

Zielwert	
Zu optimierende Zelle	Fluggesellschaften!$C$27
Zu optimierende Statistik	Mittelwert
Zielwerttyp	Maximum

Ergebnisse	
Gültige Simulationen	176
Simulationen insgesamt	210
Originalwert	$2.242
+ Weiche Beschränkungsstrafen	$0
= Ergebnis	$2.242
Bester vorgefundener Wert	$2.242
+ Weiche Beschränkungsstrafen	$0
= Ergebnis	$2.242
Beste Simulationsanzahl	153
Suchzeit, um besten Wert zu finden	0:03:46
Optimierungs-Anhaltegrund	Gesamtverarbeitungszeit
Optimierungs-Startzeit	15.02.2009 10:26
Optimierungs-Abschlusszeit	15.02.2009 10:31
Optimierungszeit insgesamt	0:05:01
Anpassbare Zellwerte	Fluggesellschaften!$C$14
Original	28
Beste	29
Anpassbare Zellwerte	Fluggesellschaften!$C$15
Original	48,59%
Beste	51,50%

Beschränkungen	
Beschreibung	Gewinn>0
Definition	=Fluggesellschaften!$C$27 > 0
Beschränkungstyp	Hart
Auswertungszeit	Iteration
Für % der Simulationen zufrieden gestellt	100,00%
Für % der gültigen Simulationen zufrieden gestellt	100,00%
Beschreibung	StdAbw von Gewinn<400
Definition	=RiskStdDev(Fluggesellschaften!$C$27) < 400
Beschränkungstyp	Hart
Auswertungszeit	Simulation
Für % der Simulationen zufrieden gestellt	83,81%
Für % der gültigen Simulationen zufrieden gestellt	100,00%

Dieser Bericht kann dazu verwendet werden, die Ergebnisse von aufeinander folgenden Optimierungen zu vergleichen.

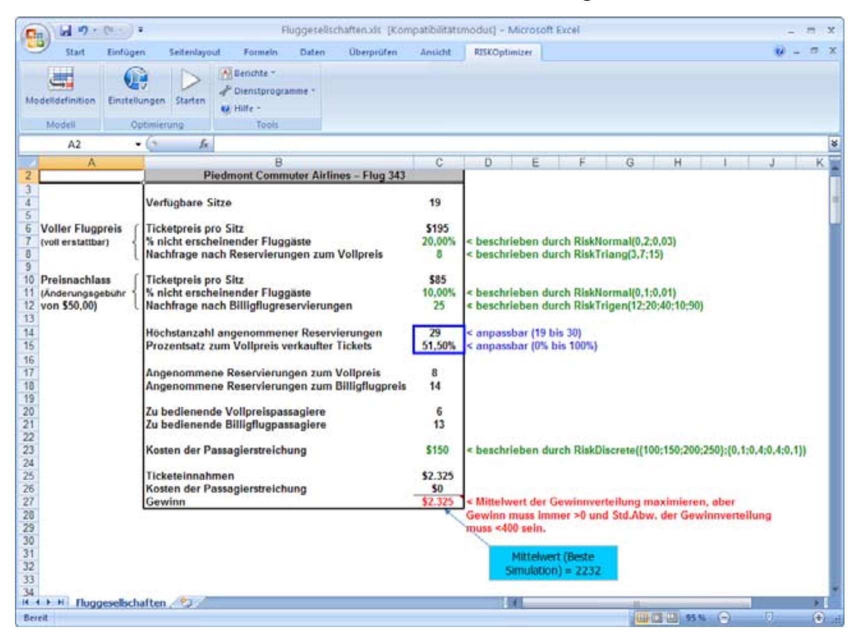
Platzierung der Ergebnisse im Modell

So können Sie in Ihrem Arbeitsblatt die neue, optimierte Kombination von Produktionsebenen für die Fluggesellschaften den sechzehn verschiedenen Aufgaben zuweisen:

1) ***Klicken Sie auf die Schaltfläche „Stop“.***

2) ***Achten Sie darauf, dass die Option „In der Arbeitsmappe gezeigte anpassbare Zellwerte aktualisieren auf“ auf „Beste“ eingestellt ist.***

Sie kehren dann zur Kalkulationstabelle Fluggesellschaften.xls zurück, und zwar mit allen neuen variablen Werten, aus denen die beste Lösung erstellt wurde. **Die beste Lösung ist stets ein Mittelwert der Simulationsergebnisse für den Gewinn. Dies ist nicht dasselbe wie der Wert, der bei einer einfachen Neuberechnung des Gewinns mithilfe der besten variablen Werte angezeigt wird.** Der beste Mittelwert ist in dem blauen Feld zu sehen, und zwar mit einem Pfeil, der auf „Gewinn“ zeigt.



WICHTIGER HINWEIS: In unserem Beispiel ist zwar zu sehen, dass* RISKOptimizer *eine Lösung gefunden hat, die einen Gesamtprofit von 2232 ergibt, aber das von Ihnen erarbeitete Ergebnis kann durchaus höher oder niedriger ausfallen. RISKOptimizer könnte auch eine andere Kombination aus „Höchstanzahl angenommener Reservierungen“ und „Prozentsatz zum Vollpreis verkaufter Tickets“ gefunden haben, die das gleiche Gesamtergebnis ergibt. Diese Differenzen ergeben sich dadurch, dass RISKOptimizer sich in folgendem wichtigen Punkt von allen anderen problemlösenden Algorithmen unterscheidet: Der Zufallsprozess des gentechnischen Algorithmussystems ermöglicht RISKOptimizer, eine größere Vielfalt von Problemen zu lösen und bessere Lösungen zu finden.

Wenn Sie nach Ausführung von RISKOptimizer irgendein Arbeitsblatt speichern, werden alle Einstellungen in den RISKOptimizer-Dialogfeldern gleich mit gespeichert, selbst wenn Sie die Originalwerte des Arbeitsblattes nach Ausführung von RISKOptimizer wiederherstellen. Beim nächsten Öffnen des Arbeitsblattes werden dadurch die neuesten RISKOptimizer-Einstellungen automatisch mit geladen. In all den anderen Arbeitsblattbeispielen sind die RISKOptimizer-Einstellungen bereits vorhanden, sodass mit dem Optimieren sofort begonnen werden kann.

HINWEIS: Falls Sie das Modell Fluggesellschaften.xls mit vollständig voreingestellten Optimierungseinstellungen sehen möchten, sollten Sie das Beispielmodell „Flug - Ertrag.xls“ öffnen.

Kapitel 4: Anwendungsbeispiele

Einführung

In diesem Kapitel wird erklärt, wie RISKOptimizer in verschiedenen Anwendungen verwendet werden kann. Diese Beispiele enthalten evtl. nicht sämtliche Funktionen, die Sie in Ihren eigenen Modellen einsetzen möchten, und sollten daher mehr als Anregungen und Vorlagen verwendet werden. Alle diese Beispiele zeigen, dass die RISKOptimizer-Lösungen meistens auf Beziehungen beruhen, die bereits in Ihrem Arbeitsblatt vorhanden sind.

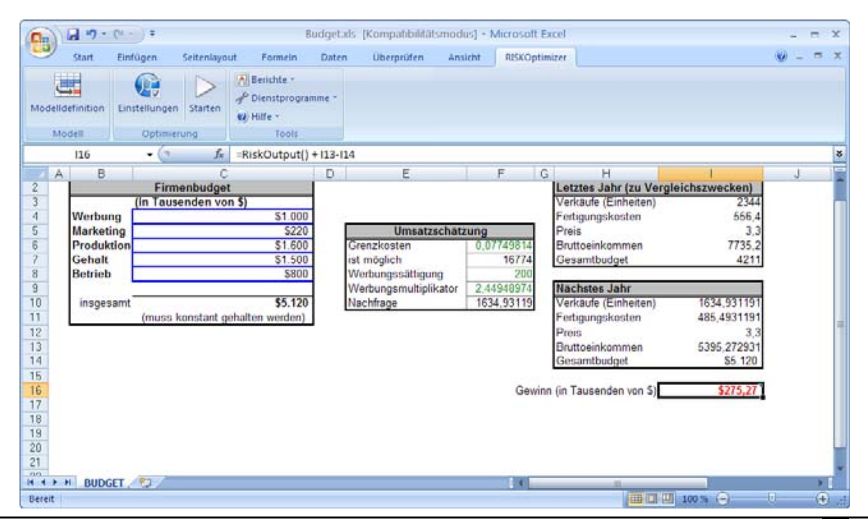
Alle Excel-Arbeitsblattbeispiele sind im Verzeichnis RISKOPTIMIZER5 zu finden, und zwar in dem Unterverzeichnis EXAMPLES.

In allen diesen Beispielen sind die RISKOptimizer-Einstellungen, z. B. Zielzelle, anpassbare Zellen, Lösungsmethoden, Beschränkungen usw., bereits ausgewählt. Sie sollten diese Dialogfeldeinstellungen jedoch vor dem Optimieren erst einmal überprüfen. Durch Experimentieren mit den Formeln und verschiedenen RISKOptimizer-Einstellungen werden Sie schneller mit der Wirkungsweise von RISKOptimizer vertraut. Die Modelle ermöglichen Ihnen auch, die Beispieldaten durch Ihre eigenen Daten zu ersetzen. Falls Sie sich entscheiden, diese Beispielblätter zu ändern oder anzupassen, sollten Sie diese vielleicht unter einem anderen Namen speichern, um später weiterhin auf die Originalbeispiele Bezug nehmen zu können.

Budgetzuweisung

Angenommen, ein leitender Angestellter sucht nach der effizientesten Methode, Geldmittel an die verschiedenen Abteilungen im Unternehmen zu verteilen, um so den Profit zu maximieren. Nachstehend ist ein Modell für ein Unternehmen und dessen geschätzten Profit für das kommende Jahr beschrieben. In diesem Modell wird die Profitschätzung für das kommende Jahr durch Überprüfung des jährlichen Budgets vorgenommen und auch dadurch, dass von gewissen Annahmen ausgegangen wird, z. B. darüber, wie sich die Werbung auf die Verkäufe auswirken wird. Die unbestimmten Verkaufsschätzungen schließen auch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit ein, die sich auf die möglichen Wertbereiche beziehen. Dies ist ein recht einfaches Modell, aber es zeigt, wie Modelle eingerichtet werden können und wie RISKOptimizer verwendet werden kann, um Eingaben vorzunehmen und nach der besten Ausgabe zu suchen.

Beispieldatei:	Budget.xls
Ziel:	Das Ziel ist, das jährliche Budget unter fünf Abteilungen so aufzuteilen, dass die Profite im nächsten Jahr maximiert werden können.
Lösungsmethode:	Budget
Ähnliche Probleme:	Irgendeine knappe Ressource (z. B. Arbeitskraft, Geldmittel, Gas, Zeit usw.) unter Einheiten verteilen, sodass diese sie auf verschiedene Weise oder mit unterschiedlichem Wirkungsgrad verwenden können.



Funktionsweise des Modells

Durch die Datei „budget.xls“ werden die Auswirkungen des Budgets eines Unternehmens auf dessen zukünftigen Umsatz und Profit modelliert. Die Variablen-Zellen C4:C8 enthalten die Beträge, die für jede der fünf Abteilungen auszugeben sind. Diese Werte entsprechen zusammengenommen dem Betrag in Zelle C10, d. h. dem Gesamtbudget des Unternehmens. Das Budget wird durch das Unternehmen festgelegt und kann dann nicht mehr geändert werden.

Aus den Zellen F6:F10 geht die Schätzung der nächstjährigen Nachfrage nach den Produkten des Unternehmens hervor, und zwar auf Basis der Budgets für Werbung und Marketing. Als tatsächliche Verkäufe wird das Minimum der berechneten Nachfrage und der Zulieferungen eingesetzt. Die Zulieferungen hängen von den Geldmitteln ab, die der Fertigungs- und der Betriebsabteilung zugewiesen wurden. Die unbestimmten Schätzungen in diesem Modell beziehen sich auf die Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die in den Verkaufsschätzungsberechnungen in den Zellen F6 bis F10 verwendet werden.

Lösungsmethode

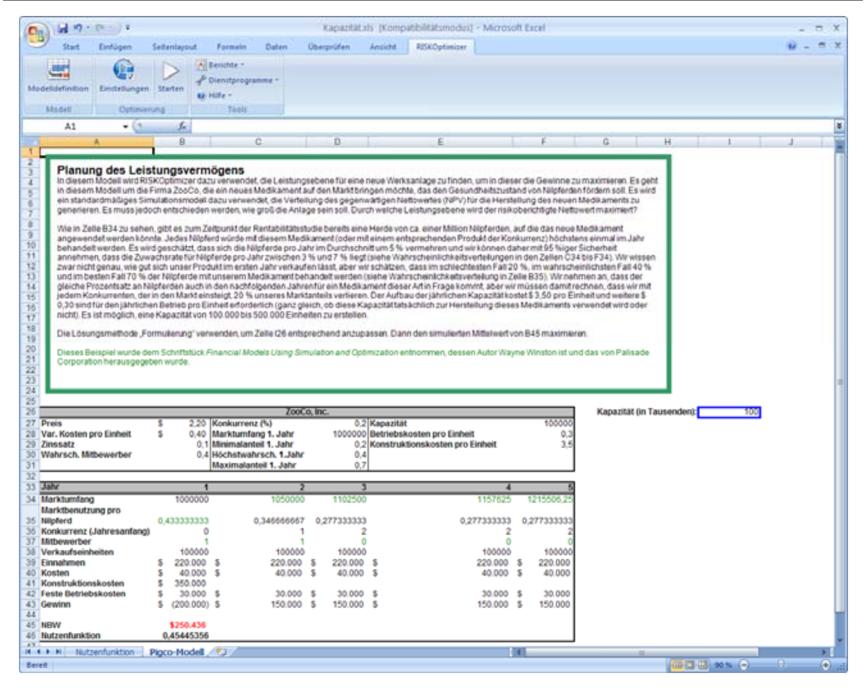
Den Profit in Zelle I16 maximieren, indem die Lösungsmethode „Budget“ dazu verwendet wird, die Werte in den Zellen C4:C8 entsprechend anzupassen. Die unabhängigen Bereiche für die einzelnen anpassbaren Zellen einstellen, und zwar für das Budget jeder Abteilung, damit RISKOptimizer nicht versucht, negative Zahlen zu verwenden oder Zahlen, die keine passenden Lösungen für das Budget der Abteilung ergeben würden (z. B. nur Werbung und keine Produktion).

Die Lösungsmethode „Budget“ funktioniert so ähnlich wie die Lösungsmethode „Formulierung“, indem versucht wird, die richtige Kombination aus den gewählten Variablen zu finden. Bei Verwendung der Budget-Methode wird jedoch die Beschränkung hinzugefügt, dass alle Variablen dieselbe Summe wie vor Start der Optimierung durch RISKOptimizer ergeben müssen.

Planung des Leistungsvermögens

In diesem Modell wird RISKOptimizer dazu verwendet, die Leistungsebene für eine neue Werksanlage zu finden, um in dieser die Gewinne zu maximieren. Es geht in diesem Modell um die Firma ZooCo, die ein neues Medikament auf den Markt bringen möchte, das den Gesundheitszustand von Nilpferden fördern soll. Es wird ein standardmäßiges Simulationsmodell dazu verwendet, die Verteilung des gegenwärtigen Nettobarwertes (NBV) für die Herstellung des neuen Medikaments zu generieren. Es muss jedoch entschieden werden, wie groß die Anlage sein soll. Durch welche Leistungsebene wird der risikoberichtigte Nettowert maximiert?

Beispieldatei:	Kapazität.xls
Ziel:	Das Ziel ist, den Mittelwert der simulierten Verteilung für den gegenwärtigen Nettobarwert (NBV) zu maximieren, und zwar durch Änderung der Anlagengröße.
Lösungsmethode:	Formulierung
Ähnliche Probleme:	Geschäftsanalysen, in denen herkömmliche Simulationsmodelle mit benutzergesteuerten Entscheidungsvariablen kombiniert werden.



Funktionsweise des Modells

Wie in Zelle B34 zu sehen, gibt es zum Zeitpunkt der Rentabilitätsstudie bereits eine Herde von ca. einer Million Nilpferden, auf die das neue Medikament angewendet werden könnte. Jedes Nilpferd würde mit diesem Medikament (oder mit einem entsprechenden Produkt der Konkurrenz) höchstens einmal im Jahr behandelt werden. Es wird geschätzt, dass sich die Nilpferde pro Jahr im Durchschnitt um 5% vermehren und wir können daher mit 95%-iger Sicherheit annehmen, dass die Zuwachsrate für Nilpferde pro Jahr zwischen 3% und 7% liegt (siehe Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellen B34 bis F34). Wir wissen zwar nicht genau, wie gut sich unser Produkt im ersten Jahr verkaufen lässt, aber wir schätzen, dass im schlechtesten Fall 20%, im wahrscheinlichsten Fall 40% und im besten Fall 70% der Nilpferde mit unserem Medikament behandelt werden (siehe Wahrscheinlichkeitsverteilung in Zelle B35). Wir nehmen an, dass der gleiche Prozentsatz an Nilpferden auch in den nachfolgenden Jahren für ein Medikament dieser Art in Frage kommt, aber wir müssen damit rechnen, dass wir mit jedem Konkurrenten, der in den Markt einsteigt, 20% unseres Marktanteils verlieren. Der Aufbau der jährlichen Kapazität kostet $3,50 pro Einheit und weitere $0,30 sind für den jährlichen Betrieb pro Einheit erforderlich (ganz gleich, ob diese Kapazität tatsächlich zur Herstellung dieses Medikaments verwendet wird oder nicht). Es ist möglich, eine Kapazität von 100.000 bis 500.000 Einheiten zu erstellen.

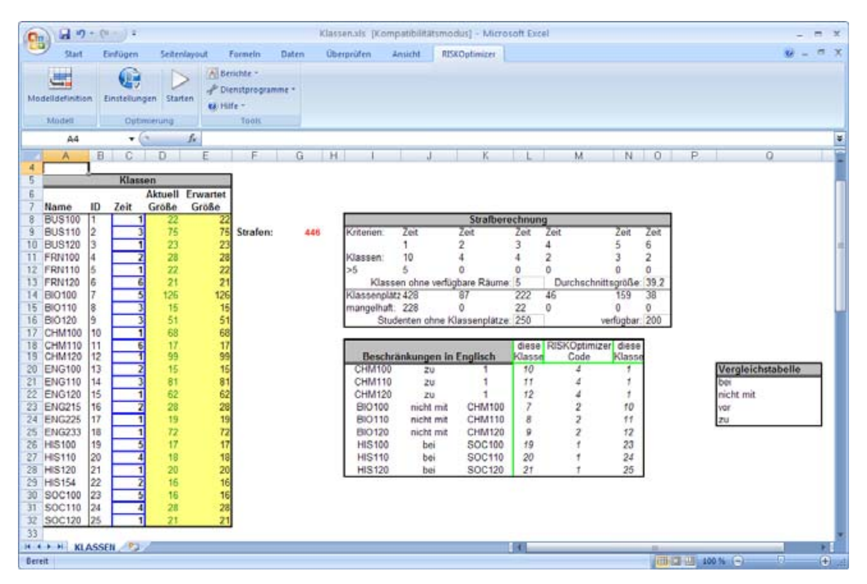
Lösungsmethode

Die Lösungsmethode „Formulierung“ verwenden, um Zelle I26 entsprechend anzupassen. Dann den simulierten Mittelwert von B45 maximieren.

Klassenablaufsplanung

Angenommen, in einer Universität müssen 25 verschiedene Klassen in 6 vordefinierte Zeitblöcke aufgeteilt werden. Da der Zeitplan bereits vor Anmeldung der Studenten festgelegt werden muss, steht die Anzahl der Studenten pro Klasse noch nicht fest. Die Zeitdauer einer Klasse entspricht genau einem Zeitblock. Normalerweise könnte dieses Problem mit der Lösungsmethode „Gruppierung“ gelöst werden. Es gibt hier jedoch eine Reihe von Beschränkungen, die beim Planen der Klassen eingehalten werden müssen. Biologie und Chemie sollten beispielsweise nicht zur gleichen Zeit unterrichtet werden, damit vormedizinische Studenten im gleichen Semester an beiden Kassen teilnehmen können. Um dieser Beschränkung zu entsprechen, muss daher die Lösungsmethode „Ablaufsplan“ verwendet werden. Diese Lösungsmethode ist ähnlich der Gruppierungsmethode, aber mit der Beschränkung, dass bestimmte Aufgaben vor, während oder nach andern Aufgaben ausgeführt bzw. nicht ausgeführt werden müssen.

Beispieldatei:	Klassen.xls
Ziel:	Das Ziel ist, die 25 Klassen so den 6 Zeitperioden zuzuordnen, dass möglichst alle Studenten zeitmäßig an allen von ihnen gewünschten Klassen teilnehmen können. Auch müssen verschiedene Beschränkungen (in Bezug auf welche Klassen wann abgehalten werden können) eingehalten werden.
Lösungsmethode:	Ablaufsplanung
Ähnliche Probleme:	Alle Ablaufsplansituationen, in denen alle Aufgaben von gleicher Länge sind und diskontinuierlichen Zeitblöcken beliebig zugeordnet werden können. Auch kann dieses Modell auf Gruppierungen angewendet werden, bei denen Beschränkungen darüber vorhanden sind, welchen Gruppen bestimmte Elemente zugeordnet werden können.



Funktionsweise des Modells

Die Datei „classes.xls“ enthält ein Modell eines typischen Ablaufsplanungsproblems, bei dem viele Beschränkungen eingehalten werden müssen. Der mögliche Wertbereich wird für jede Klasse durch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen gegeben, die in den mit „Aktuelle Größe“ bezeichneten Bereich D8:D32 eingegeben wurden. Durch die Zellen C8:C32 werden den 6 Zeitblöcken die 25 Klassen zugeordnet. Es sind nur 5 Klassenräume verfügbar. Das bedeutet, wenn ein und demselben Zeitblock mehr als fünf Klassen zugeordnet werden, kann zumindest eine davon nicht abgehalten werden.

Die Zellen L20:N28 enthalten die Beschränkungen; links der Beschränkungen werden diese in Englisch beschrieben. Es kann entweder der Nummerncode oder die englische Beschreibung als Beschränkung eingegeben werden. Die Liste der Beschränkungscodes bei Ablaufsplanproblemen ist detaillierter unter „Lösungsmethoden“ in Kapitel 5 zu finden. RISKOptimizer-Referenz.

Jeder mögliche Ablaufsplan wird ausgewertet, indem a) die Anzahl der nicht einplanbaren Klassen und b) die Anzahl der Studenten berechnet wird, die nicht an ihren Klassen teilnehmen können, weil alle Klassenräume bereits voll sind. Diese letzte Beschränkung sorgt dafür, dass RISKOptimizer nicht alle großen Klassen zur gleichen Zeit einplant. Wenn nur eine oder zwei große Klassen während eines bestimmten Zeitblocks abgehalten werden, stehen die größeren Klassenräume dafür zur Verfügung.

In den Zellen J11:M11 wird die Excel-Funktion DBANZAHL verwendet, um aufzurechnen, wie viele Klassen jedem Zeitblock zugeordnet sind. In dem Abschnitt rechts unterhalb der Zellen J12:M12 wird berechnet, wie vielen Klassen kein Klassenraum für den betreffenden Zeitblock zugeordnet wurde. Alle Klassen ohne Klassenraum werden in Zelle L13 zusammengezählt.

Wenn die Anzahl der für eine bestimmte Klasse erforderlichen Klassenplätze die Anzahl der verfügbaren Klassenplätze überschreitet, wird in den Zellen J15:M15 das Ausmaß davon berechnet. Anschließend wird in Zelle L16 die Gesamtanzahl der Studenten ohne Klassenplatz berechnet. In Zelle G9 wird diese Gesamtanzahl der Studenten ohne Klassenplatz dann der durchschnittlichen Klassengröße hinzugefügt und mit der Anzahl der Klassen ohne Klassenraum multipliziert. Auf diese Weise ist also eine Zelle vorhanden, in der alle Beschränkungsstrafpunkte so kombiniert werden, dass ein niedrigerer Wert in dieser Zelle immer auf einen besseren Ablaufsplan hinweist.

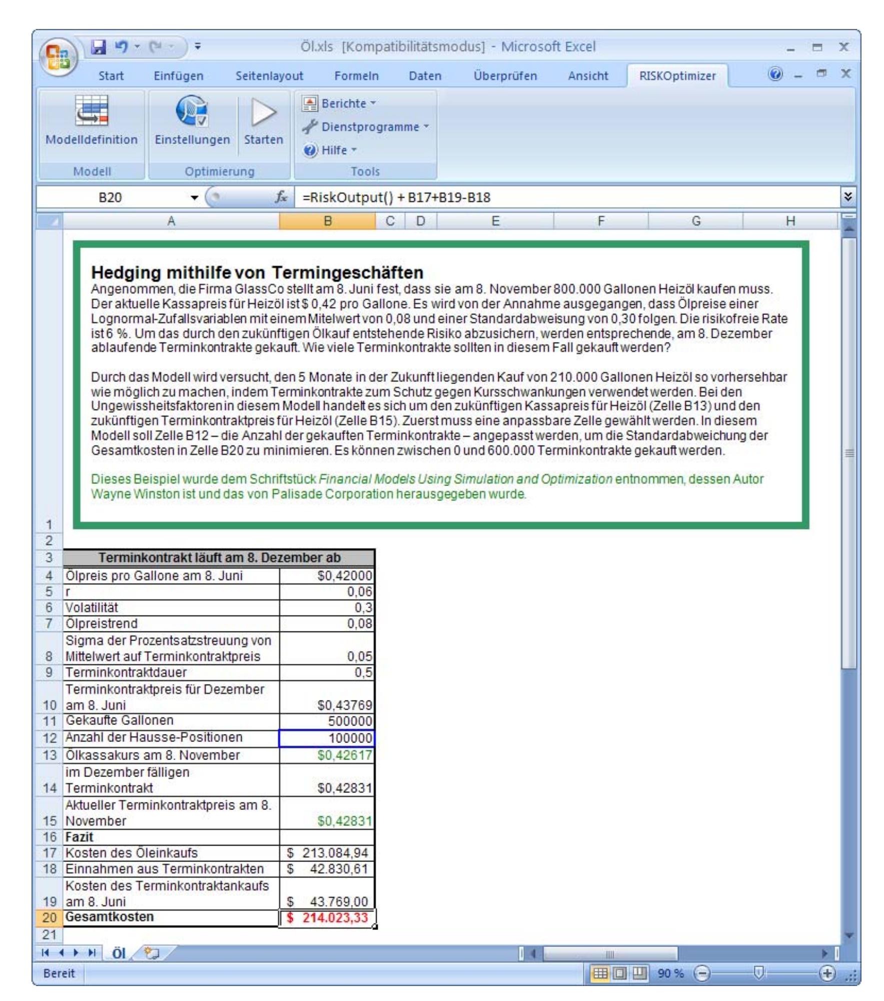
Lösungsmethode

Den Mittelwert der simulierten Strafenverteilung in G9 durch Änderung der Zellen C8:C32 minimieren. Die Lösungsmethode „Ablaufsplan“ verwenden. Bei Auswahl dieser Lösungsmethode ist im Dialogfeld unten unter „Optionen“ eine Reihe von damit zusammenhängenden Optionen zu sehen. Die Anzahl der Zeitblöcke auf 6 und die Beschränkungszellen auf L20:N28 einstellen.

Hedging mittels Termingeschäften

Angenommen, die Firma GlassCo stellt am 8. Juni 2000 fest, dass sie am 8. November 2000 insgesamt 800.000 Gallonen Heizöl kaufen muss. Der aktuelle Kassapreis für Heizöl ist $0,42 pro Gallone. Es wird von der Annahme ausgegangen, dass Ölpreise einer Lognormal-Zufallsvariablen mit einem Mittelwert von 0,08 und einer Standardabweisung von 0,30 folgen. Die risikofreie Rate ist 6%. Um das durch den zukünftigen Ölkauf entstehende Risiko abzusichern, werden entsprechende, am 8. Dezember 2000 ablaufende Terminkontrakte gekauft. Wie viele Terminkontrakte sollten in diesem Fall gekauft werden?

Beispieldatei:	Öl.xls
Ziel:	Das Ziel ist, die Anzahl der zu kaufenden Terminkontrakte herausfinden, um sich gegen zukünftige Kaufpreisänderungen abzusichern.
Lösungsmethode:	Formulierung
Ähnliche Probleme:	Risikominimierungsmodelle, durch die die Standardabweichung des Zielwertes minimiert werden soll.



Funktionsweise des Modells

Durch das Modell wird versucht, den 5 Monate in der Zukunft liegenden Kauf von 210.000 Gallonen Heizöl so vorhersehbar wie möglich zu machen, indem Terminkontrakte zum Schutz gegen Kursschwankungen verwendet werden. Bei den Ungewissheitsfaktoren in diesem Modell handelt es sich um den zukünftigen Kassapreis für Heizöl (Zelle B13) und den zukünftigen Terminkontraktpreis für Heizöl (Zelle B15).

Lösungsmethode

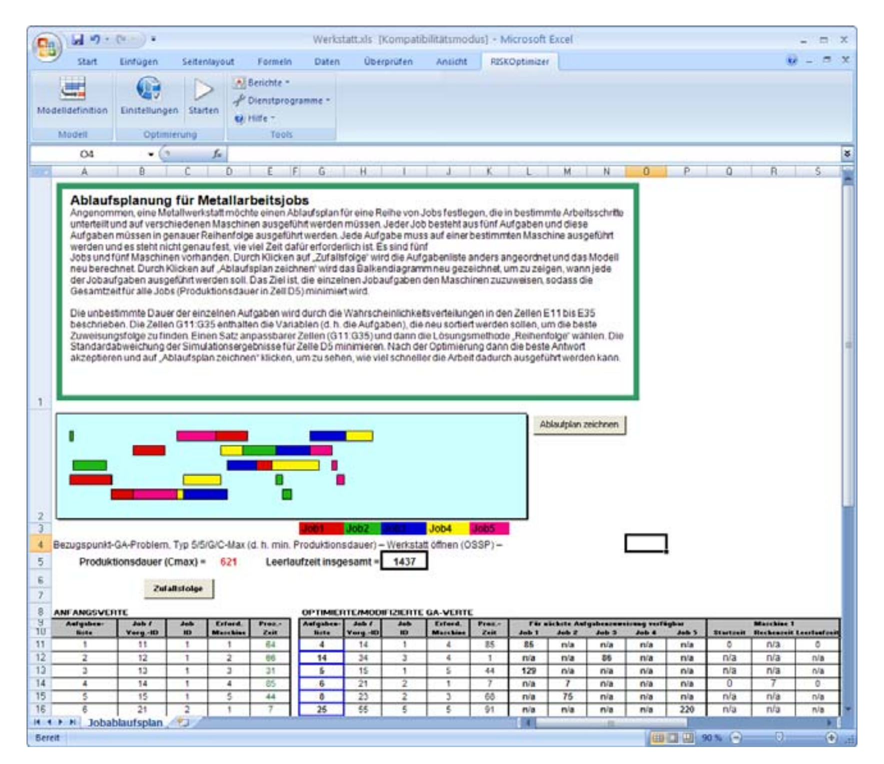
Zuerst muss eine anpassbare Zelle gewählt werden. In diesem Modell soll Zelle B12 – die *Anzahl der* gekauften *Terminkontrakte* – angepasst werden, um die Standardabweichung der Gesamtkosten in Zelle B23 zu minimieren. Es können zwischen 0 und 600.000 Terminkontrakte gekauft werden.

Ablaufsplanung für Metallarbeitsjobs

Angenommen, eine Metallwerkstatt möchte einen Ablaufsplan für eine Reihe von Jobs festlegen, die in bestimmte Arbeitsschritte unterteilt und auf verschiedenen Maschinen ausgeführt werden müssen. Jeder Job besteht aus fünf Aufgaben und diese Aufgaben müssen in genauer Reihenfolge ausgeführt werden. Jede Aufgabe muss auf einer bestimmten Maschine ausgeführt werden und es steht nicht genau fest, wie viel Zeit dafür erforderlich ist. Es sind fünf Jobs und fünf Maschinen vorhanden.

Durch Klicken auf „Ablaufsplan zeichnen" (oben auf dem Arbeitsblatt) wird das Balkendiagramm neu gezeichnet, um zu zeigen, wann jede der Jobaufgaben ausgeführt werden soll.

Beispieldatei:	Werkstatt.xls
Ziel:	Das Ziel ist, den Maschinen die verschiedenen Jobaufgaben zuweisen, sodass die für alle Jobs benötigte Gesamtzeit minimiert wird.
Lösungsmethode:	Reihenfolge
Ähnliche Probleme:	Ablaufsplanungs- oder Projektmanagement-Probleme



Funktionsweise des Modells

Die unbestimmte Dauer der einzelnen Aufgaben wird durch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellen E11 bis E35 beschrieben. In Zelle D5 wird die Produktionsdauer berechnet, d. h. wie lange es von Start der ersten bis Ende der letzten geplanten Jobaufgabe dauert. Die Gesamtzeit ist der Wert, der minimiert werden soll. Die Zellen G11:G35 enthalten die Variablen (d. h. die Aufgaben), die neu sortiert werden sollen, um die beste Zuweisungsfolge zu finden. Durch die Gleichungen im Arbeitsblatt wird festgestellt, wann die einzelnen Aufgaben auf der dafür benötigten Maschine ausgeführt werden können.

Lösungsmethode

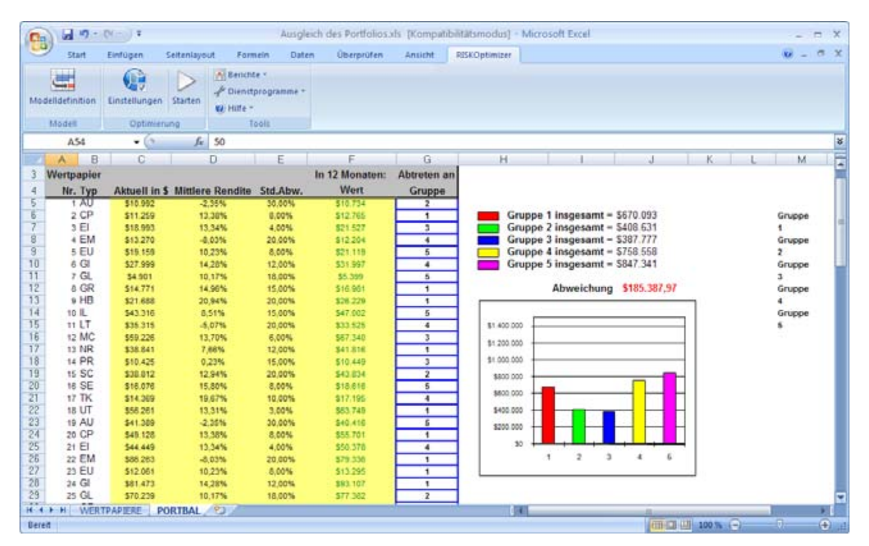
Einen Satz anpassbarer Zellen (G11:G35) und dann die Lösungsmethode „Reihenfolge“ wählen. Die Standardabweichung der Simulationsergebnisse für Zelle D5 minimieren.

Ausgleich des Portfolios

Angenommen, ein Broker arbeitet mit einer Liste von 80 Wertpapieren verschiedener Art, die in Zukunft einen unterschiedlichen, unbestimmten Wert haben werden. Der Broker möchte diese Wertpapiere in fünf Pakete (Portfolios) aufteilen, die in einem Jahr möglichst ungefähr den gleichen Gesamtwert haben sollen.

Dies ist ein Beispiel für die Lösung allgemeiner, so genannter Bin-Packing-Probleme. Das Laden der einzelnen Luken eine Frachtschiffes, sodass alle Luken gleich schwer beladen sind, ist ein ähnliches Beispiel. Wenn Millionen von kleinen Teilen in nur wenige Gruppen aufgeteilt werden müssen (wie z. B. bei Getreide in Schiffsluken), kann eine ziemlich gleichmäßige Verteilung ohne großen Gewichtsunterschied abgeschätzt werden. Mehrere Duzend verschieden schwere oder verschieden große Pakete können jedoch auf unterschiedliche Weisen verpackt werden und durch rationelles Verpacken kann dann ein besseres Gleichgewicht gefunden werden, als das manuell möglich wäre.

Beispieldatei:	Ausgleich des Portfolios.xls
Ziel:	Das Ziel ist, eine Reihe von Wertpapieren in fünf verschiedene Portfolios aufteilen, deren zukünftiger Wert möglichst gleich sein soll.
Lösungsmethode:	Gruppierung
Ähnliche Probleme:	Teams mit ungefähr gleichen gemeinsamen Fähigkeiten erstellen. Container so in Schiffsluken verstauen, dass das Gewicht gleichmäßig verteilt ist.



Funktionsweise des Modells

Durch die Datei „portbal.xls“ wird eine typische Gruppierungsaufgabe modelliert. Spalte A enthält Identifizierungsnummern für bestimmte Wertpapiere und in Spalte B wird jeweils die Klasse der einzelnen Wertpapiere identifiziert (im Arbeitsblatt WERTPAPIERE sind Informationen zu den einzelnen Wertpapierklassen zu finden). Aus den Spalten C, D und E geht der aktuelle $-Wert sowie der Mittelwert und die Standardabweichung der nächstjährigen Rendite (auf Basis der betreffenden Wertpapierklasse) für die einzelnen Wertpapiere hervor. In Spalte F wird der zukünftige Wert des Wertpapiers in 12 Monaten berechnet, und zwar unter Verwendung einer Rendite, die durch Probenerhebung aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung ermittelt wurde. Diese Verteilung verwendet den gezeigten Mittelwert und die gezeigte Standardabweichung. In Spalte G wird jedes Wertpapier einem der fünf Portfolios zugewiesen. Bei einem Gruppierungs- oder Bin-Packing-Problem und Verwendung der Lösungsmethode „Gruppierung“ muss sichergestellt werden, dass vor Start von RISKOptimizer jede Gruppe (1 – 5) mindestens einmal aktuellen Szenario vorhanden ist.

In den Zellen J6:J10 werden DBSUMME()-Formeln verwendet, um den Gesamtwert jedes der fünf Portfolios zu berechnen. In Zelle J6 wird beispielsweise der DBSUMME aller Werte in Spalte F berechnet, die der Gruppe 5 (in Spalte G) zugeordnet wurden.

In Zelle J12 wird dagegen die Standardabweichung innerhalb aller Portfolio-Werte berechnet, und zwar mit der Funktion STABW(). Dadurch kann festgestellt werden, wie gleichwertig die 5 Portfolios bereits sind. Das Diagramm zeigt den Gesamtwert der einzelnen Portfolios zusammen mit einer Verweislinie, aus der hervorgeht, welche Zielnummer erreicht werden müsste, um alle Portfolios wertlich gleichzustellen.

Lösungsmethode

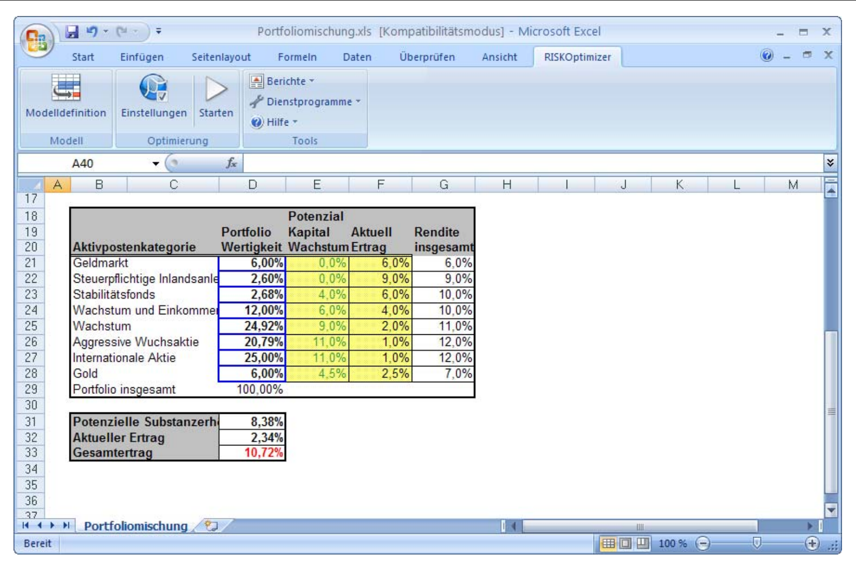
Den Mittelwert der Simulationsergebnisse für Zelle J12 minimieren, und zwar durch Anpassung der Zellen in G5:G84. Die Methode „Gruppierung" verwenden, um sicherzustellen, dass die Werte 1, 2, 3, 4 und 5 jeweils mindestens einmal in Spalte G erscheinen.

Durch die Lösungsmethode „Gruppierung" wird RISKOptimizer angewiesen, die Variablen in x Gruppen anzuordnen, wobei x die Anzahl der verschiedenen bei Start einer Optimierung in den anpassbaren Zellen befindlichen Werte darstellt.

Kombinieren des Portfolios

Angenommen, ein junges Pärchen hat Aktivvermögen in Form von verschiedenen Investitionen, die alle unterschiedliche Erträge, potenzielle Substanzerhöhung und Risiken mit sich bringen. Das Ziel ist, eine Kombination dieser Investitionen zu finden, durch die die Rendite maximiert und das Risiko in akzeptablen Grenzen gehalten wird.

Beispieldatei:	Portfoliomischung.xls
Ziel:	Das Ziel ist, eine optimale Kombination von Investitionen herausfinden, durch die der Profit maximiert wird, und zwar unter Berücksichtigung eines akzeptablen Risikos und des derzeitigen Renditebedarfs.
Lösungsmethode:	Budget



Funktionsweise des Modells

Dies ist ein klassisches Finanzmodell, durch das versucht wird, das Verlustrisiko durch die erwartete Rendite auszugleichen. Jeder in Spalte B aufgeführte Anlagewert hat einen ungewissen Substanzerhöhungsprozentsatz und bringt einen festen Ertrag. Durch „Gesamtertrag" werden Substanzerhöhung und Ertrag zusammengefasst. Das Ziel ist, die Gesamtrendite zu maximieren und dabei die Standardabweichung für die Portfoliorendite auf unter 9% zu halten.

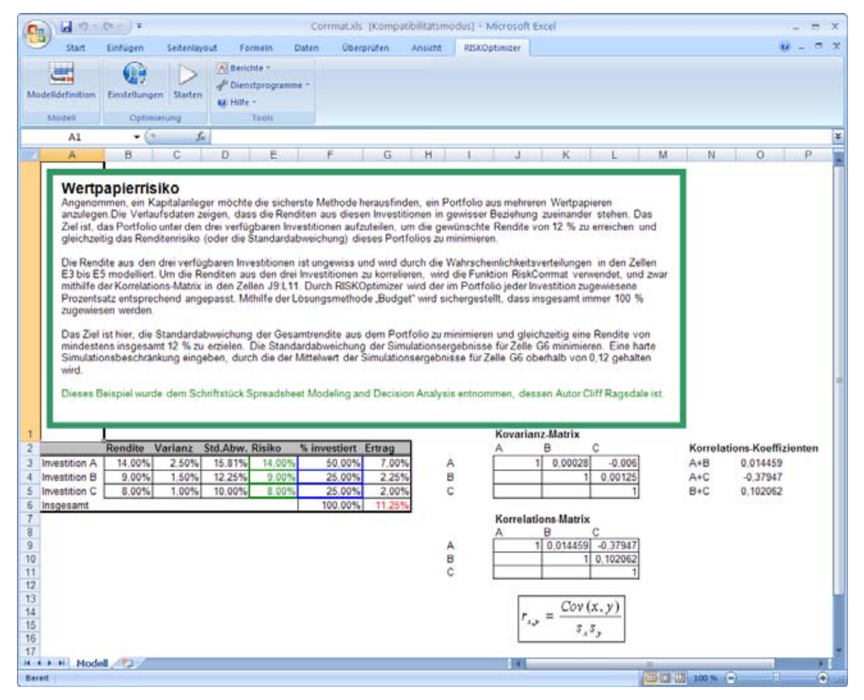
Lösungsmethode

Die Gesamtrendite in Zelle D33 ergibt sich aus der gesamten Substanzerhöhung plus dem Gesamtertrag. Wir maximieren jetzt den Mittelwert der simulierten Verteilung für diese Zelle. Es ist eine harte Simulationsbeschränkung eingegeben, die besagt, dass die Standardabweichung für Zelle D33 unter 0,09 liegen muss.

Wertpapierrisiko

Angenommen, ein Kapitalanleger möchte die sicherste Methode herausfinden, ein Portfolio aus mehreren Wertpapieren anzulegen. Die Verlaufsdaten zeigen, dass die Renditen aus diesen Investitionen in gewisser Beziehung zueinander stehen. Das Ziel ist, das Portfolio unter den drei verfügbaren Investitionen aufzuteilen, um die gewünschte Rendite von 12% zu erreichen und gleichzeitig das Renditenrisiko (oder die Standardabweichung) dieses Portfolios zu minimieren.

Beispieldatei:	Corrmat.xls
Ziel:	Das Ziel ist, die Standardabweichung der Portfoliorendite zu minimieren, ohne dabei die gewünschte Gesamtrendite zu beeinträchtigen.
Lösungsmethode:	Budget
Ähnliche Probleme:	Alle Risikominimierungsmodelle



Funktionsweise des Modells

Die Rendite aus den drei verfügbaren Investitionen ist ungewiss und wird durch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellen E3 bis E5 modelliert. Um die Renditen aus den drei Investitionen zu korrelieren, wird die Funktion RiskCorrmat verwendet, und zwar mithilfe der Korrelations-Matrix in den Zellen J9:L11. Durch RISKOptimizer wird der im Portfolio jeder Investition zugewiesene Prozentsatz entsprechend angepasst. Mithilfe der Lösungsmethode „Budget“ wird sichergestellt, dass insgesamt immer 100% zugewiesen werden.

Das Ziel ist hier, die Standardabweichung der Gesamtrendite aus dem Portfolio zu minimieren und gleichzeitig eine Rendite von mindestens insgesamt 12% zu erzielen.

Lösungsmethode

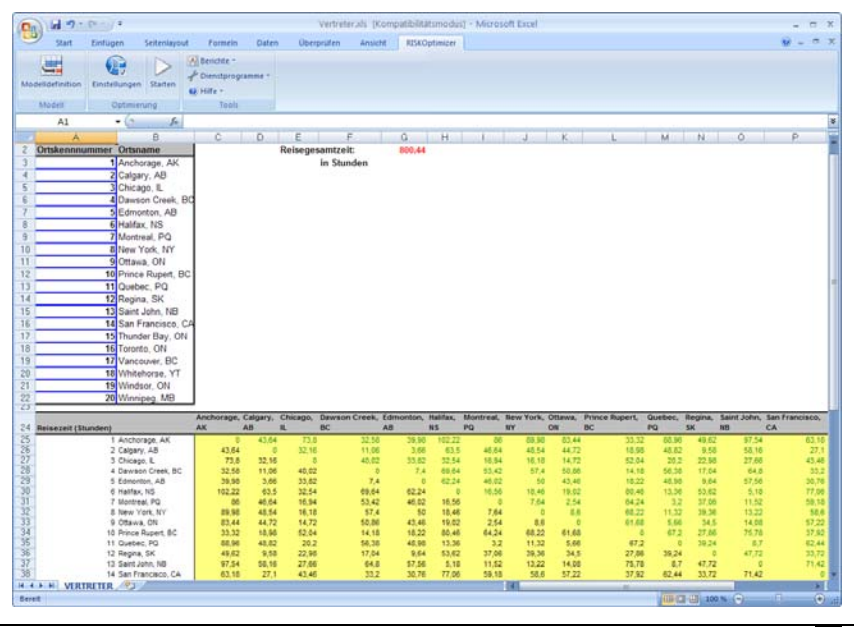
Die Standardabweichung der Simulationsergebnisse für Zelle G6 minimieren. Eine harte Simulationsbeschränkung eingeben, durch die der Mittelwert der Simulationsergebnisse für Zelle G6 oberhalb von 0,12 gehalten wird.

Handelsvertreterproblem

Angenommen, ein Vertreter muss jeden Ort im zugewiesenen Gebiet mindestens einmal besuchen. Über welche Reiseroute können alle Orte in kürzester Reisezeit besucht werden? Dies ist ein klassisches Optimierungsproblem, allerdings mit einer Abänderung – die Reisezeit, um von Ort zu Ort zu gelangen, ist unbestimmt. Dies ist ein Problem, das mit den herkömmlichen Methoden äußerst schwierig zu lösen ist, sofern sehr viele (d. h. > 50) Orte involviert sind.

Ein ähnliches Problem ist vorhanden, wenn die günstigste Reihenfolge für eine Reihe von Aufgaben in einer Fertigungsanlage festgelegt werden soll. Es könnte beispielsweise sehr viel leichter sein, schwarze Farbe auf weiße aufzutragen, als umgekehrt. In RISKOptimizer kann diese Art von Problemen am besten durch die Lösungsmethode ***Reihenfolge*** beigelegt werden.

Beispieldatei:	Vertreter.xls
Ziel:	Das Ziel ist, nach der kürzesten Reisestrecke nach *n* Städten zu suchen und dabei jede Stadt nur einmal zu besuchen.
Lösungsmethode:	Reihenfolge
Ähnliche Probleme:	Das Herausfinden der schnellsten Methode, Löcher in Leiterplatten zu bohren.



Funktionsweise des Modells

In der Datei „salesman.xls“ wird die Reisezeit für den Besuch in verschiedenen Städten berechnet, und zwar durch Nachsehen in einer Tabelle, die diese Reisezeiten enthält. Die Reisezeit zwischen Städten wird durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben (die Tabelle enthält 200 solcher Wahrscheinlichkeitsverteilungen). Spalte A enthält die ID-Nummern für bestimmte Orte. In Spalte B sind die Namen angegeben, die diesen Nummern entsprechen (mittels Verweisfunktion). Die Reihenfolge, in der die Orte (und ihre Nummern) von oben nach unten aufgeführt sind, entsprechen der Folge, in der diese Orte besucht werden sollen. Wenn beispielsweise die Nummer 9 in Zelle A3 eingegeben wurde, ist Ottawa der erste zu besuchende Ort. Wenn A4 z, B. „6“ (Halifax) enthält, ist Halifax die zweite zu besuchende Stadt.

Die Reisezeiten zwischen verschiedenen Städten werden durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen dargestellt, und zwar angefangen mit C25 in der Tabelle. Diese Verteilungen verweisen auf die Tabelle (angefangen bei C48), in der die aktuellen Fahrstrecken von Ort zu Ort angegeben sind. Die in der Tabelle genannten Entfernungen sind symmetrisch (Entfernung zwischen A und B ist die gleiche wie zwischen B und A). Realistischere Modelle könnten jedoch auch asymmetrische Entfernungen mit einbeziehen, wenn z. B. das Reisen in eine bestimmte Richtung durch Gegenwind, Bergauffahrt, schlechte Verkehrsmöglichkeiten usw. schwieriger ist.

Um die Länge der Reiseroute zwischen den Städten zu berechnen, muss jetzt eine bestimmte Funktion verwendet werden. Die Länge der gesamten Reiseroute wird in Zelle G2 gespeichert. Das ist die Zelle, die optimiert werden soll. Zu diesem Zweck wird die Funktion „RouteLength“ verwendet. Dies ist eine angepasste VBA-Funktion in der Datei „Salesman.xls“.

Lösungsmethode

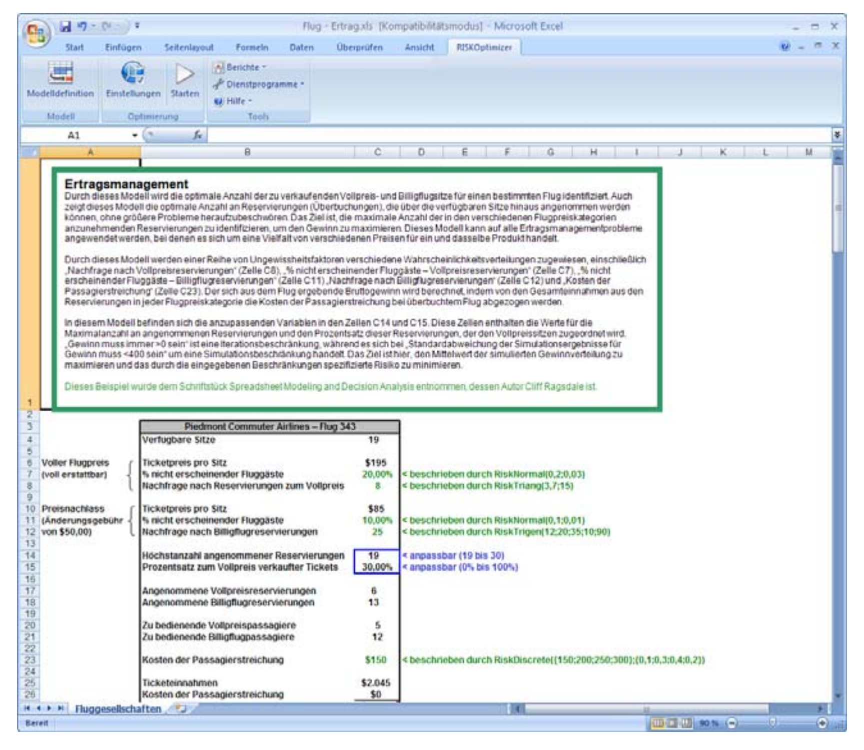
Den Wert in Zelle G2 minimieren, indem die Zellen in A3:A22 angepasst werden. Die Methode „Reihenfolge“ verwenden und vor Start der Optimierung sicherstellen, dass die Werte 1 bis 20 in den anpassbaren Zellen (A3:A22) vorhanden sind.

Durch die Lösungsmethode „Reihenfolge“ ordnet RISKOptimizer die ausgewählten Variablen neu an, und zwar werden dazu verschiedene Permutationen von vorhandenen Variablen ausprobiert.

Ertragsmanagement

Durch dieses Modell wird die optimale Anzahl der zu verkaufenden Vollpreis- und Billigflugsitze für einen bestimmten Flug identifiziert. Auch zeigt dieses Modell die optimale Anzahl an Reservierungen (Überbuchungen), die über die verfügbaren Sitze hinaus angenommen werden können, ohne größere Probleme heraufzubeschwören.

Beispieldatei:	Flug - Ertrag.xls
Ziel:	Das Ziel ist, die maximale Anzahl der in den verschiedenen Flugpreiskategorien anzustrebenden Reservierungen zu identifizieren, um den Profit zu maximieren.
Lösungsmethode:	Formulierung
Ähnliche Probleme:	Alle Ertragsmanagementprobleme, bei denen eine Reihe von verschiedenen Preisen für dasselbe Produkt angeboten werden.

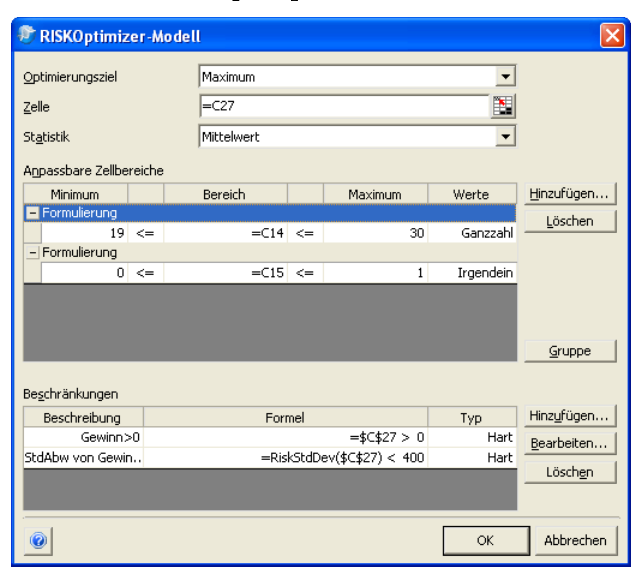


Funktionsweise des Modells

Die Datei „airyield.xls“ enthält sein sehr einfaches Modell, durch das gezeigt wird, wie RISKOptimizer für das Ertragsmanagement verwendet werden kann. Durch dieses Modell werden einer Reihe von Ungewissheitsfaktoren verschiedene Wahrscheinlichkeitsverteilungen zugewiesen, einschließlich „Nachfrage nach Vollpreisreservierungen“ (Zelle C8), „% nicht erscheinender Fluggäste – Vollpreisreservierungen“ (Zelle C7), „% nicht erscheinender Fluggäste – Billigflugreservierungen“ (Zelle C11) „Nachfrage nach Billigflugreservierungen“ (Zelle C12) und „Kosten der Passagierstreichung“ (Zelle C23). Der sich aus dem Flug ergebende Bruttogewinn wird berechnet, indem von den Gesamteinnahmen aus den Reservierungen in jeder Flugpreiskategorie die Kosten der Passagierstreichung bei überbuchtem Flug abgezogen werden.

Lösungsmethode

In diesem Modell befinden sich die anzupassenden Variablen in den Zellen C14 und C15. Diese Zellen enthalten die Werte für die Maximalanzahl an angenommenen Reservierungen und den Prozentsatz dieser Reservierungen, der den Vollpreissitzen zugeordnet wird. „Gewinn muss immer >0 sein“ ist eine Iterationsbeschränkung, während es sich bei „Standardabweichung der Simulationsergebnisse für Gewinn muss <400 sein“ um eine Simulationsbeschränkung handelt. Das Ziel ist hier, den Mittelwert der simulierten Gewinnverteilung zu maximieren und das durch die eingegebenen Beschränkungen spezifizierte Risiko zu minimieren.

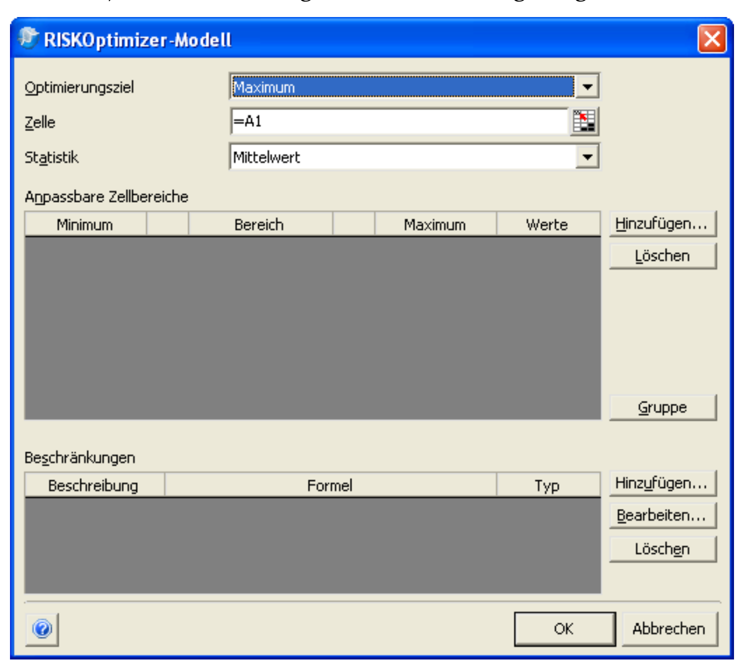


Kapitel 5: RISKOptimizer-Referenzhandbuch

Befehl „Modelldefinition“

Definiert sowohl das Ziel als auch die anpassbaren Zellen und die Beschränkungen für ein Modell

Durch Auswahl des RISKOptimizer-Befehls „Modelldefinition“ (oder durch Klicken auf das Symbol für „Modell“ in der RISKOptimizer-Symbolleiste) wird das Dialogfeld „Modell“ angezeigt.



Dialogfeld „RISKOptimizer Modell“

Dieses Dialogfeld wird dazu verwendet, in RISKOptimizer ein Optimierungsproblem anzugeben oder zu beschreiben. Dieses Dialogfeld ist in jeder neuen Excel-Arbeitsmappe anfangs leer, aber die darin angegebenen Informationen werden zusammen mit der Arbeitsmappe gespeichert. Mit anderen Worten, wenn das Arbeitsblatt wieder geöffnet wird, sind alle in das Dialogfeld „Modell“ eingegebenen Informationen darin enthalten. Alle Komponenten dieses Dialogfelds werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Im Dialogfeld „Modell“ stehen folgende Optionen zur Verfügung:

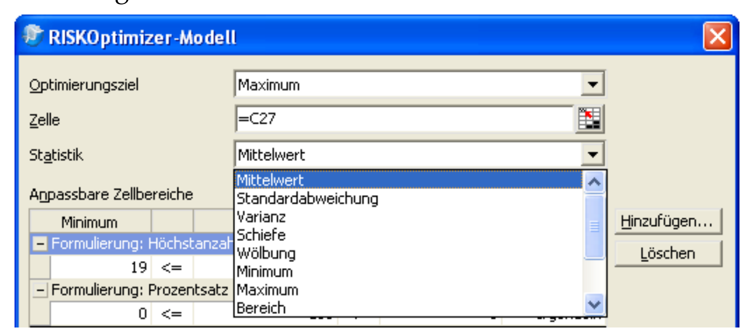
- **Optimierungsziel.** Durch diese Option wird festgelegt, nach welcher Antwort RISKOptimizer suchen soll. Bei Auswahl von *Minimum* sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, durch die der kleinstmögliche Wert für die ausgewählte Simulationsergebnisstatistik der Zielzelle erzeugt wird (bis -1e300). Wenn dagegen *Maximum* gewählt wird, sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, die den größtmöglichen Wert für die ausgewählte Statistik ergeben (bis +1e300).

  Bei Auswahl von *Zielwert* sucht RISKOptimizer nach variablen Werten, die eine Wert für die gewählte Statistik erzeugen, der möglichst nah an dem von Ihnen angegebenen Wert liegt. Sobald RISKOptimizer eine entsprechende Lösung findet, wird die Suche automatisch beendet. Wenn Sie beispielsweise angeben, dass RISKOptimizer den Mittelwert der Verteilung von Simulationsergebnissen suchen soll, der möglichst nahe an 14 liegt, erarbeitet RISKOptimizer u. U. ein Szenario, dass einen Mittelwert von 13,7 oder 14,5 ergibt. 13,7 liegt natürlich näher an 14 als 14,5, aber RISKOptimizer kümmert sich nicht darum, ob der statistische Wert über oder unter dem angegebenen Wert liegt, sondern nur darum, wie dicht der gefundene Wert an dem von Ihnen angegebenen Wert liegt.

- **Zelle** Die Zelle oder ***Zielzelle*** enthält die Ausgabe Ihres Modells. Für diese Zielzelle wird durch Simulation eine Verteilung von möglichen Werten generiert, und zwar für jede von RISKOptimizer erzeugte Probelösung (d. h. für jede Kombination von möglichen anpassbaren Zellwerten). Die Zielzelle sollte eine Formel enthalten, die entweder direkt oder über eine Reihe von Berechnungen von den anpassbaren Zellen abhängt. Diese Formel kann mithilfe von standardmäßigen Excel-Formeln (wie z. B. SUM() oder auch mittels benutzerdefinierter VBA-Makrofunktionen erstellt werden. Bei Verwendung von VBA-Makrofunktionen kann RISKOptimizer sogar Modelle auswerten, die sehr komplex sind.

Bei der Suche nach einer Lösung verwendet RISKOptimizer eine Simulationsergebnisstatistik der Zielzelle, und zwar als Auswertungs- oder Fitnessfunktion, um die „Fitness“ der einzelnen möglichen Szenarien auszuwerten und um zu bestimmen, welche variablen Werte weiter „gekreuzt“ oder „verpflanzt“ werden sollen und welche nicht. Was in der biologischen Evolution der Tod, ist in RISKOptimizer die Fitnessfunktion, da durch diese bestimmt wird, welche Genen sich weiter verbreiten dürfen und welche nicht. Bei Aufbau des Modells muss die Zielzelle die Fitness des gegebenen Szenarios reflektieren, damit RISKOptimizer beim Berechnen der Möglichkeiten auch den Fortschritt genau messen kann.

- **Statistik** Durch Eingabe in die Statistik geben Sie die statistischen Simulationsergebnisse für die ***Zielzelle*** an, die minimiert, maximiert oder auf einen bestimmten Wert eingestellt werden soll. Die entsprechende Statistik dafür wird in der Dropdown-Liste ausgewählt.



Um die Statistik für die Zielzelle auszuwählen, die minimiert, maximiert oder auf einen bestimmten Wert eingestellt werden soll, brauchen Sie die gewünschte Statistik nur in der angezeigten Dropdown-Liste auswählen. Wenn ein Perzentil oder Ziel für die Verteilung der Zielzelle ausgewählt werden soll, bitte wie folgt vorgehen:

1) **Wählen Sie *Perzentil (X für gegebenes P)* oder *Ziel (P für gegebenes X)*.**

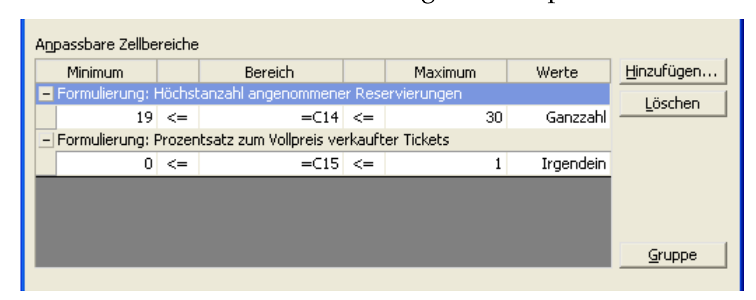
2) **Geben Sie für *Perzentil (X für gegebenes P)* den gewünschten *P*-Wert (d. h. einen Wert zwischen 0 und 100) in das %-Feld ein.** Der zu minimierende oder maximierende Wert ist der Wert, der mit dem eingegebenen Perzentil verknüpft ist. Mit anderen Worten, die Eingabe von „Perzentil (99%)“ veranlasst RISKOptimizer, die Kombination von anpassbaren Zellwerten zu identifizieren, die das 99. Perzentil der Simulationsergebnis-Verteilung für die Zielzelle minimiert oder maximiert.

3) **Geben Sie für das *Ziel (P für gegebenes X)*, den gewünschten *X*-Wert ein.** Der zu minimierende oder maximierende Wert ist die Summenwahrscheinlichkeit, die mit dem eingegebenen Wert verknüpft ist. Mit anderen Worten, die Eingabe von „Ziel (1000)" veranlasst RISKOptimizer, die Kombination von anpassbaren Zellwerten zu identifizieren, durch die die Summenwahrscheinlichkeit des Wertes 1000 (die durch Verwendung der Simulationsergebnisverteilung für die Zielzelle berechnet wurde) minimiert oder maximiert wird.

Mithilfe von @RISK-/RISKOptimizer-Statistikfunktionen, wie z. B. **RiskMean**, haben Benutzer die Möglichkeit, in Ihren Modellen diverse Statistiken zu erfassen. Um den Wert in solcher Zelle zu optimieren, braucht die zu optimierende Statistik nicht angegeben werden, da die Zelle diese Informationen bereits enthält. Wählen Sie in diesem Fall in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Wert**, um RISKOptimizer anzuweisen, bei Beendung einer Simulation den Wert einer bestimmten Zelle zu optimieren. Wenn ein Benutzer beispielsweise den Mittelwert der Zelle C5 optimieren möchte, kann er *=RiskMean(C5)* in Zelle C6 eingeben, dann im Dialogfeld **Modell** die Zelle C6 als zu optimierende Zelle angeben und anschließend in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Wert** wählen. Alternativ kann er aber auch C5 als die zu optimierende Zelle angeben und dann in der Dropdown-Liste **Statistik** die Option **Mittelwert** auswählen.

Anpassbare Zellbereiche

In der Tabelle *Anpassbare Zellbereiche* werden die einzelnen Bereiche angezeigt, die die von RISKOptimizer anzupassenden Zellen oder Werte enthalten, und zwar zusammen mit der für diese Zellen eingegebenen Beschreibung. Jeder Satz von anpassbaren Zellen ist in einer horizontalen Zeile aufgelistet. Ein oder mehrere anpassbare Zellbereiche können zu einer **anpassbaren Zellgruppe** zusammengefasst werden. Alle Zellbereiche in einer anpassbaren Zellgruppe verwenden die gleiche Lösungsmethode, Crossing-over-Rate, Mutationsrate und auch die gleichen Operatoren.



Da die anpassbaren Zellen die Variablen des Problems enthalten, müssen Sie mindestens eine Gruppe von anpassbaren Zellen definieren, um RISKOptimizer verwenden zu können. Die meisten Probleme werden durch nur eine Gruppe von anpassbaren Zellen beschrieben, aber kompliziertere Probleme erfordern evtl. verschiedene Blöcke von Variablen, um gleichzeitig mit unterschiedlichen Lösungsmethoden beigelegt werden zu können. Diese einzigartige Architektur ermöglicht den mühelosen Aufbau von sehr komplexen Problemen aus vielen Gruppen von anpassbaren Zellen.

Folgende Optionen stehen zur Eingabe von anpassbaren Zellbereichen zur Verfügung:

- **Hinzufügen**. Sie können neue anpassbare Zellen hinzufügen, indem Sie neben dem Listenfeld „Anpassbare Zellen" auf „Hinzufügen" klicken. Wählen Sie die hinzuzufügende Zelle oder den Zellbereich aus. Daraufhin wird in der Tabelle **Anpassbare Zellbereiche** eine neue Zeile angezeigt. Sie können in der Tabelle einen **Minimum**- oder **Maximum**-Wert für die Zellen in dem Bereich angeben, und zwar zusammen mit dem zu prüfenden Wertetyp, nämlich **Ganzzahl**-Werte im ganzen Bereich oder **beliebige** Werte.

- **Minimum** und **Maximum** Nachdem Sie angegeben haben, wo sich die anpassbaren Zellen befinden, wird durch den Eintrag unter **Minimum** und **Maximum** der Bereich der für die einzelnen Zellen akzeptablen Werte eingestellt. Standardmäßig wird für jede anpassbare Zelle ein Realzahlwert (Doppelstellengleitkommawert) zwischen negativer und positiver Unendlichkeit eingestellt.

  Bereichseinstellungen sind Beschränkungen, die genau eingehalten werden müssen. In RISKOptimizer kann keine Variable einen Wert außerhalb der eingestellten Bereiche annehmen. Es ist zu empfehlen, möglichst genaue Bereiche für die Variablen einzustellen, um die Leistung von RISKOptimizer zu erhöhen. Vielleicht wissen Sie, dass der Wert nicht negative sein darf oder dass RISKOptimizer für eine bestimmte Variable nur Werte zwischen 50 und 70 ausprobieren soll.

- **Bereich** Der Verweis auf die anzupassende Zelle wird in das Feld *Bereich* eingegeben. Dieser Verweis kann durch Auswahl des Bereichs mit der Maus in der Kalkulationstabelle oder durch Eingabe eines Bereichsnamen in einen gültigen Excel-Verweis (z. B. Sheet!A1:BS) vorgenommen werden. Das Feld **Bereich** ist für alle Lösungsmethoden verfügbar. Bei der Methode „Formulierung“ oder „Budget“ können jedoch die Optionen *Minimum*, *Maximum* und *Werte* hinzugefügt werden, um die Eingabe eines Bereichs für die anpassbaren Zellen zu ermöglichen.

  HINWEIS: Wenn den Variablen enge Bereiche zugewiesen werden, können Sie dadurch den Umfang der Suche begrenzen und somit dafür sorgen, dass* RISKOptimizer *schneller eine Lösung findet. Die Bereiche für die Variablen dürfen jedoch nicht zu eng eingestellt werden, da* RISKOptimizer *sonst keine optimalen Lösungen finden kann.

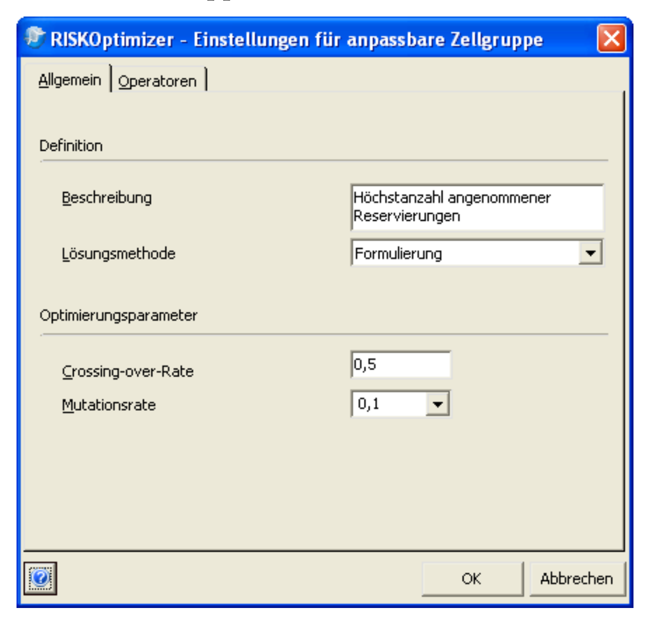
- **Werte** Die Eingabe unter „Werte“ ermöglicht Ihnen, RISKOptimizer anzuweisen, alle in dem angegebenen Bereich befindlichen Variablen als Ganzzahlen (z. B. 22) und nicht als Realzahlen (z, B. 22,395) zu behandeln. Diese Option ist nur bei den Lösungsmethoden „Formulierung“ und „Budget“ verfügbar. Standardmäßig werden alle Variablen als Realzahlen angesehen.

Sie müssen darauf achten, dass die Einstellung „Ganzzahlen“ aktiviert ist, wenn in Ihrem Modell Variablen verwendet werden, um in den Tabellen, z. B. HLOOKUP(), VLOOKUP(), INDEX(), OFFSET() usw., nachzuschlagen. Auch ist daran zu denken, dass die Einstellung „Ganzzahlen“ sich auf alle Variablen im ausgewählten Bereich auswirkt. Falls einige Variablen als Realzahlen und andere als Ganzzahlen behandelt werden sollen, können Sie zwei Gruppen von anpassbaren Zellen (anstelle von einer) erstellen, und dann einen Block für Ganzzahlen und den anderen für Realzahlen einsetzen. Sie brauchen nur eine Formulierungs-Gruppe von anpassbaren Zellen hinzufügen und dann unter „Werte“ den Eintrag „Beliebig“ beibehalten. Als Nächstes dann einen anderen Zellbereich hinzufügen und diesmal die Einstellung „Ganzzahlen“ und nur anpassbare Ganzzahlzellen auswählen.

Anpassbare Zellgruppen

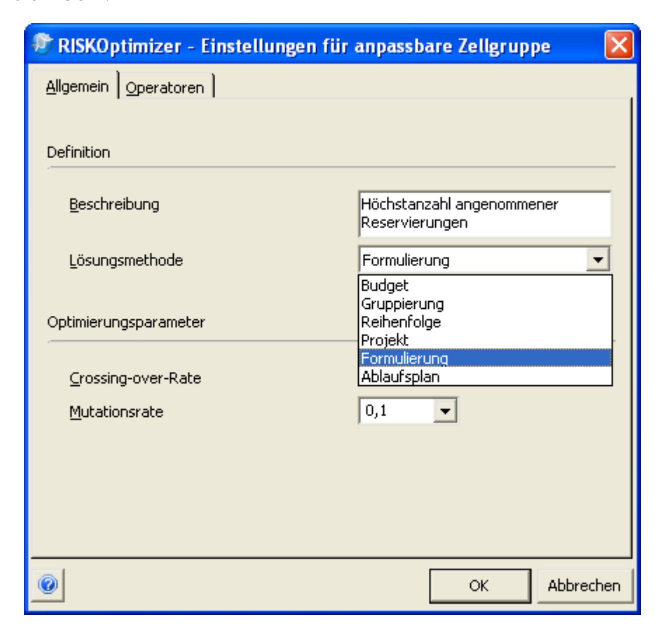
Jede Gruppe von anpassbaren Zellen kann mehrere Zellbereiche enthalten. Dadurch können Sie eine Hierarchie von Zellbereichsgruppen aufbauen, die in Beziehung zueinander stehen. In jeder Gruppe kann jeder Zellbereich seine eigene Min-Max-Bereichsbeschränkung haben.

Alle Zellbereiche in einer anpassbaren Zellgruppe verwenden die gleiche **Lösungsmethode**, **Crossing-over-Rate**, **Mutationsrate** und auch die gleichen **Operatoren**. Diese sind alle im Dialogfeld **Anpassbare Zellgruppeneinstellungen** angegeben. Zum Zugriff auf dieses Dialogfeld müssen Sie neben der Tabelle **Anpassbare Zellbereiche** auf die Schaltfläche **Gruppe** klicken. Sie haben die Möglichkeit, eine neue Gruppe zu erstellen, der Sie dann anpassbare Zellbereiche hinzufügen oder in der Sie auch die Einstellungen einer bereits vorhandenen Gruppe bearbeiten können.



Auf der Registerkarte **Allgemein** des Dialogfelds **Anpassbare Zellgruppeneinstellungen** sind folgende Optionen verfügbar;

- **Beschreibung.** Beschreibt die Gruppe der anpassbaren Zellbereiche in Dialogfeldern und Berichten.
- **Lösungsmethode.** Wählt die Lösungmethode aus, die in der Gruppe für die einzelnen anpassbaren Zellbereiche verwendet werden soll.



Wenn Sie in RISKOptimizer einen anzupassenden Zellbereich auswählen, geben Sie gleichzeitig eine Lösungsmethode an, die beim Anpassen dieser Zellen verwendet werden soll. Jede Lösungsmethode ist im Grunde ein vollkommen anderer gentechnischer Algorithmus mit eigenen optimierten Auswahlen und Crossing-over- sowie Mutations-Routinen. Durch diese Lösungsmethoden werden die Werte Ihrer Variablen auf verschiedene Weise „jongliert".

Die Lösungsmethode „Formulierung" behandelt z. B. jede ausgewählte Variable als den Bestandteil einer Formulierung, d. h. der Wert jeder Variable kann unabhängig von den Werten der anderen Variablen geändert werden. Bei der Lösungmethode „Reihenfolge" werden dagegen die Werte unter den anpassbaren Zellen ausgetauscht, wodurch die Originalwerte neu angeordnet werden.

In RISKOptimizer sind sechs Lösungsmethoden verfügbar. Drei dieser Lösungsmethoden (**Formulierung**, **Reihenfolge** und **Gruppierung**) verwenden vollkommen unterschiedliche Algorithmen. Bei den anderen drei handelt es sich um ***Abkömmlinge*** der ersten drei Methoden, aber mit zusätzlichen Beschränkungen.

Im folgenden Abschnitt wird die Funktion der einzelnen Lösungsmethoden beschrieben. Um einen besseren Einblick in die Verwendungsweise der einzelnen Lösungsmethoden zu erhalten, sollten Sie sich die in der Software anhaltenden Beispieldateien näher ansehen (siehe Kapitel 4: Anwendungsbeispiele).

Lösungsmethode „Formulierung“



„Formulierung“ ist die einfachste und beliebteste Lösungmethode. Sie können diese Methode überall dort verwenden, wo die anzupassenden Variablen unabhängig voneinander verändert werden können. Sie sollten sich jede Variable wie eine Zutat zu einem Kuchen vorstellen. Bei Verwendung der Lösungsmethode „Formulierung“ wird RISKOptimizer angewiesen, Zahlen für diese Variablen zu generieren, um die beste Mischung zu finden. Die einzige Beschränkung, die Sie Formulierungsvariablen auferlegen, ist ein Bereich (d. h. zwischen höchstem und niedrigstem Wert), in den diese Werte fallen müssen. Diese Werte werden in den Feldern *Min* und *Max* des Dialogfelds „Anpassbare Zellen“ eingestellt (z. B. 1 bis 100). Auch müssen Sie angeben, ob RISKOptimizer mit Ganzzahlen (1, 2, 7) oder Realzahlen (z. B. 1,4230024 oder 63,72442) arbeiten soll.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Formulierung“ vielleicht daraus ergeben könnten.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Formulierungswerten	Satz 2 von möglichen Formulierungswerten
23,472	15,344	37,452
145	101	190
9	32,44	7,073
65.664	14.021	93.572

Lösungmethode „Reihenfolge“



Die Lösungsmethode „Reihenfolge“ ist die zweitbeliebteste Methode nach „Formulierung“. Bei der Methode „Reihenfolge“ handelt es sich um die Umsetzung einer Reihe von Werten, um die beste Anordnung dieser Werte zu finden. Im Gegensatz zu den Lösungsmethoden „Formulierung“ und „Budget“, bei denen RISKOptimizer angewiesen wird, Werte für die gewählten Variablen zu generieren, wird bei der Methode „Reihenfolge“ mit den in Ihrem Modell bereits vorhandenen Werten gearbeitet.

Die Reihenfolge könnte z. B. die Folge darstellen, in der verschiedene Aufgaben auszuführen sind. Angenommen, Sie möchten die richtige Reihenfolge finden, in der fünf Aufgaben, die mit 1,2,3,4 und 5 nummeriert sind, am besten auszuführen sind. Durch die Lösungsmethode „Reihenfolge“ würden in diesem Fall die 5 Werte durcheinander gemischt werden, sodass ein mögliches Szenario vielleicht 3,5,2,4,1 sein könnte. Da RISKOptimizer hier lediglich die in Ihrem ursprünglichen Arbeitsblatt gegebenen variablen Werte auswertet, wird bei der Lösungsmethode „Reihenfolge“ kein Min-Max-Bereich für anpassbare Zellen eingegeben.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen würde, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Reihenfolge“ vielleicht daraus ergeben könnten.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Reihenfolgewerten	Satz 2 von möglichen Reihenfolgewerten
23,472	145	65.664
145	23,472	9
9	65.664	145
65.664	9	23,472

Lösungsmethode „Gruppierung“



Die Lösungsmethode „Gruppierung“ sollte immer dann verwendet werden, wenn es sich bei dem Problem um eine Anzahl von Variablen handelt, die in mehreren Sätzen gruppiert werden sollen. Die durch RISKOptimizer erstellten verschiedenen Gruppen werden dann der Anzahl der eindeutigen Werte entsprechen, die bei Start einer Optimierung in den anpassbaren Zellen vorhanden sind. Wenn Sie ein Modell Ihres System erstellen, sollten Sie daher darauf achten, dass jede Gruppe mindestens einmal vertreten ist.

Angenommen, ein Bereich von 50 Zellen enthält nur die Werte 2, 3,5 und 17. Wenn Sie dann die 50 Zellen auswählen und die Werte mithilfe der Lösungsmethode „Gruppierung" anpassen, wird jede der 50 Zellen durch RISKOptimizer einer der drei Gruppen (2, 3,5 oder 17) zugewiesen. Alle Gruppen werden durch mindestens eine der anpassbaren Zellen dargestellt. Das ist ungefähr so, als ob jede der 50 Variablen in einen von mehreren Behältern geworfen und dabei darauf geachtet wird, dass sich in jedem Behälter mindestens eine Variable befindet. Ein anderes Beispiel wäre das Zuweisen von einer Reihe von Positionswerten (bei denen es sich z. B. um 1, 0 oder -1 handeln kann) zu einem Handelssystem, um Kauf-, Verkauf- oder Haltepositionen anzuzeigen. Genau wie bei der Lösungsmethode „Reihenfolge" werden auch hier durch RISKOptimizer bereits vorhandene Werte angeordnet, sodass kein Min-Max-Bereich und auch keine Ganzzahloption zu definieren ist.

HINWEIS: Bei Verwendung der Lösungsmethode „Gruppierung" dürfen keine Zellen leer gelassen werden, es sei denn, dass 0,0 eine der Gruppen sein soll.

Sie werden vielleicht erkennen, dass anstelle der Lösungsmethode „Gruppierung" evtl. auch die Lösungsmethode „Formulierung" verwendet werden kann, sofern bei dieser die Option „Ganzzahlen" aktiviert wird und die Bereiche von 1 bis 3 (oder entsprechend der vorhandenen Gruppenanzahl) eingestellt werden. Der Unterschied liegt darin, wie die Suche durch „Formulierung" und durch „Gruppierung" ausgeführt wird. Auch sind die ***Auswahl-, Mutations***- und ***Crossing-over***-Routinen unterschiedlich. Bei „Gruppierung" wird viel mehr auf die Werte aller Variablen geachtet, weil bei dieser Lösungsmethode ein Satz von Variablen aus einer Gruppe durch einen Satz von Variablen aus einer anderen Gruppe ausgetauscht werden kann.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Gruppierung“ vielleicht daraus ergeben würden.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Gruppierungswerten	Satz 2 von möglichen Gruppierungswerten
6	6	8
7	6	7
8	8	6
8	7	7

Lösungsmethode „Budget“

Die Lösungsmethode „Budget“ ist ähnlich der Methode „Formulierung“, aber alle Werte der Variablen müssen eine bestimmte Zahl ergeben. Diese Zahl ist die Gesamtsumme der variablen Werte zur Zeit der Optimierung.

Angenommen, Sie möchten die beste Methode zur Verteilung des jährlichen Budgets unter mehreren Abteilungen herausfinden. Durch die Lösungsmethode „Budget“ würde in diesem Fall die Gesamtsumme der aktuellen Werte für diese Abteilungen als das optimal zu verteilende Gesamtbudget verwendet. Nachstehend sind einige Beispiele darüber, wie zwei neue Szenarien evtl. nach Verwendung der Lösungsmethode „Budget“ aussehen würden.

Originalsatz von Budgetwerten	Satz 1 von möglichen Budgetwerten	Satz 2 von möglichen Budgetwerten
200	93.1	223,5
3,5	30	0
10	100	-67
10	0,4	67

Es werden viele Werte ausprobiert, aber die Gesamtsumme bleibt 223,5.

Lösungsmethode „Projekt“

Die Lösungsmethode „Projekt“ ist ähnlich der Lösungsmethode „Reihenfolge“, aber gewisse Aufgaben müssen vor anderen ausgeführt werden. Die Lösungsmethode „Projekt“ kann beim Projektmanagement dazu verwendet werden, die Reihenfolge neu anzuordnen, in der die Aufgaben ausgeführt werden sollen. Aber die Reihenfolge wird immer den Vorrangsbeschränkungen entsprechen.

Ein mithilfe der Lösungsmethode „Projekt" modelliertes Problem wird erheblich einfacher zu handhaben und zu verstehen sein, wenn die anpassbaren Zellen, die die Reihenfolge der Aufgaben enthalten, sich in einer Spalte und nicht in einer Zeile befinden. Bei dieser Lösungsmethode wird nämlich davon ausgegangen, dass die vorhergehenden Aufgabezellen vertikal und nicht horizontal angeordnet sind. Es ist daher einfacher, Ihr Arbeitsblatt zu untersuchen, wenn die anpassbaren Zellen ebenfalls vertikal angeordnet sind.

Nachdem Sie angegeben haben, wo sich die anpassbaren Zellen befinden, sollten Sie im Dialogfeld unter *Vorhergehende Aufgaben* angeben, wo die Zellen der vorhergehenden Aufgaben zu finden sind. Es handelt sich hier um eine Zellentabelle, aus der hervorgeht, welche Aufgaben vor welchen anderen Aufgaben ausgeführt werden müssen. Die Lösungsmethode verwendet diese Tabelle, um in einem Szenario die Reihenfolge der Variablen neu anzuordnen, bis den Vorrangsbeschränkungen voll entsprochen wird. Im Bereich der vorhergehenden Aufgaben sollte eine Zeile für jede in den anpassbaren Zellen befindliche Aufgabe vorhanden sein. Abgefangen mit der ersten Spalte des Bereichs der vorhergehenden Aufgaben, sollte die ID-Nummer jeder Aufgabe, von der die Aufgabe dieser Zeile abhängt, in einer separaten Spalte aufgelistet werden.

This Item	Must Comes After These...		
1	6	9	
2	1	6	3
3	1		
4	9	12	
5			
6	9	1	2
7	3	4	
8			
9	12	3	1

Beispiel für das Einrichten von Präzedenzfällen für die Lösungsmethode „Projekt"

Der Bereich der Vorrangsaufgaben sollte mit ***n*** Zeilen mal ***m*** Spalten angegeben werden, wobei ***n*** die Anzahl der im Projekt (d. h. in den anpassbaren Zellen) enthaltenden Aufgaben und ***m*** die Höchstanzahl an vorhergehenden Aufgaben, die eine Aufgabe hat, darstellt.

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Projekt“ vielleicht ergeben würden, und zwar mit der Beschränkung, dass 2 immer nach 1 und 4 immer nach 2 kommen muss.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 von möglichen Projektwerten	Satz 2 von möglichen Projektwerten
1	1	1
2	3	2
3	2	4
4	4	3

Lösungsmethode „Ablaufsplan“

Ein Ablaufsplan ist ähnlich einer Gruppierung; es ist eine Zuweisung von Aufgaben zu bestimmten Zeitperioden. Es wird davon ausgegangen, dass jede Aufgabe gleichviel Zeit in Anspruch nimmt, genau wie Klassenstunden in einer Schule alle gleich lang sind. Anders als bei einer Gruppierung können Sie im Dialogfeld „Einstellungen für anpassbare Zellgruppe“ bei der Lösungsmethode „Ablaufsplan“ aber direkt die zu verwendende Anzahl an Zeitblöcken (oder Gruppen) angeben. Sie werden feststellen, dass bei Auswahl der Methode „Ablaufsplan“ im unteren Teil des Dialogfelds mehrere in Beziehung stehende Optionen angezeigt werden.

Optimierungsparameter

Crossing-over-Rate 0,5

Mutationsrate 0,1

Beschränkungszellen =L20:N28

Anzahl der Zeitblöcke

Unter *Optimierungsparameter* können Sie auch einen Beschränkungszellenbereich anhängen. Dieser Bereich kann eine beliebige Länge haben, muss aber genau drei Spalten breit sein. Acht Beschränkungsarten sind möglich:

1) ***(with) Die Aufgaben in der 1. und 3. Spalte müssen im gleichen Zeitblock ausgeführt werden.***

2) ***(not with) Die Aufgaben in der 1. und 3. Spalte dürfen nicht im gleichen Zeitblock ausgeführt werden.***

3) ***(before) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss vor der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.***

4) ***(at) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss im Zeitblock der 3. Spalte ausgeführt werden.***
5) ***(not after) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss zur selben Zeit oder vor der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.***
6) ***(not before) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss zur selben Zeit oder nach der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.***
7) ***(not at) Die Aufgabe in der 1. Spalte darf nicht im Zeitblock der 3. Spalte ausgeführt werden.***
8) ***(after) Die Aufgabe in der 1. Spalte muss nach der Aufgabe in der 3. Spalte ausgeführt werden.***

Als Beschränkung kann entweder ein numerischer Code (1 bis 8) oder die Beschreibung (after, not at usw.) eingegeben werden. (Hinweis: In allen Sprachversionen von RISKOptimizer kann mit den englischen Beschreibungen für Beschränkungen (z. B. after, not at usw.) gearbeitet werden. Das jeweilige Programm kann aber auch die entsprechend übersetze Beschreibung verstehen.) Alle für das Problem angegebenen Beschränkungen werden eingehalten. Sie können Beschränkungen erstellen, indem Sie auf Ihrem Arbeitsblatt eine Tabelle einrichten, in der die linke und die rechte Spalte Aufgaben darstellen und die mittlere Spalte die Art der Beschränkungen angibt. Eine Nummer von 1 bis 8 stellt die Art der vorstehend genannten Beschränkung dar. Die im Beschränkungsbereich befindlichen Zellen müssen die Beschränkungsdaten enthalten, bevor Sie mit dem Optimieren beginnen können.

Diese Aufgabe	Beschränkung	Diese Aufgabe
5	4	2
12	2	8
2	3	1
7	1	5
6	2	4
9	3	1

Es folgen einige Beispiele darüber, wie ein Satz von variablen Werten evtl. vor Aufruf von RISKOptimizer in einem Arbeitsblatt aussehen könnte, und welche beiden neuen Szenarien sich nach Verwendung der Lösungsmethode „Ablaufsplan“ vielleicht daraus ergeben würden.

Originalsatz von variablen Werten	Satz 1 der möglichen Ablaufsplanwerte	Satz 2 der möglichen Ablaufsplanwerte
1	1	1
2	1	3
3	3	1
1	1	2
2	2	2
3	3	2

HINWEIS: Wenn Sie die Lösungsmethode „Ablaufsplan“ wählen, werden immer Ganzzahlen (1,2,3 usw.) verwendet, ganz gleich, ob in den anpassbaren Zellen Zahlen mit oder ohne Dezimalstellen vorhanden sind.

Crossing-over- und Mutationsrate

Eines der schwierigsten Probleme beim Suchen nach optimalen Lösungen ist zu entscheiden, worauf man sich konzentrieren sollte, besonders wenn es für das Problem praktisch endlose Möglichkeiten zu geben scheint. Mit anderen Worten, wie viel Rechenzeit sollte dafür verwendet werden, neue Bereiche im „Lösungsraum“ zu erforschen, und wie viel Zeit sollte zum Feineinstellen der Lösungen in der Population benutzt werden, die sich bereits als ziemlich gut erwiesen hat?

Ein Großteil des Erfolges des gentechnischen Algorithmus hat damit zu tun, dass dieser praktisch automatisch das rechte Gleichgewicht beibehält. Die GA-Struktur ermöglicht guten Lösungen, sich „fortzupflanzen“, aber hält auch weniger gute Organismen am Leben, um die Vielfalt und auch die Möglichkeiten zu erhalten, dass evtl. ein verborgenes „Gen“ sich für die endgültige Lösung als wichtig erweist.

Crossover und *Mutation* sind zwei Parameter, die sich auf den Umfang der Suche auswirken, und RISKOptimizer ermöglicht den Benutzern, diese Parameter vor und auch noch während des Entwicklungsprozesses zu ändern. Auf diese Weise kann ein fachkundiger Benutzer der GA helfen, indem er entscheidet, worauf sich das Programm konzentrieren soll. Für die meisten Zwecke brauchen die Einstellungen für Crossover und Mutation (0,5 bzw. 0,1) nicht geändert werden. Für den Fall, dass Sie den Algorithmus für das Problem fein abstimmen, vergleichende Studien ausführen oder sonst irgendwie experimentieren möchten, geben wir hier eine kurze Einführung zu diesen beiden Parametern.

- **Crossover.** Die Crossing-over-Rate kann zwischen 0,01 und 1,0 eingestellt werden und zeigt den Grad der Wahrscheinlichkeit, dass zukünftige Szenarien oder „Organismen“ eine Mischung von Informationen aus der vorherigen Generation von übergeordneten oder Vorgängerorganismen enthalten wird. Diese Rate kann durch sachkundige Benutzer geändert werden, um die Performance von RISKOptimizer bei komplexen Problemen fein abzustimmen.

  Mit anderen Worten, eine Rate von 0,5 bedeutet, dass ungefähr 50% der variablen Werte eines untergeordneten oder Nachwuchsorganismus von dem einen und die übrigen Werte von dem anderen Vorgängerorganismus abstammen werden. Eine Rate von 0,9 besagt dagegen, dass ca. 90% der Werte des Nachwuchsorganismus vom ersten Vorgängerorganismus und ca. 10% vom zweiten Vorgängerorganismus abstammen werden. Eine Crossing-over-Rate von 1 zeigt an, dass kein Crossover stattfinden wird und somit nur Klone oder Duplikate der Vorgängerorganismen ausgewertet werden.

  Die durch RISKOptimizer verwendete Standardrate ist 0,5. Sobald RISKOptimizer mit dem Lösen eines Problems begonnen hat, können Sie die Crossing-over-Rate mithilfe des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm ändern (weitere Einzelheiten hierüber sind unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ in diesem Kapitel zu finden).

- **Mutationsrate.** Die Mutationsrate kann zwischen 0,0 und 1,0 eingestellt werden und weist auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass zukünftige Szenarien einige Zufallswerte enthalten werden. Eine höhere Mutationsrate bedeutet einfach, dass mehr Mutationen oder „Zufallsgenwerte“ in die Population gelangen werden. Da die Mutation nach dem Crossover stattfindet, bedeutet eine Mutationsrate von 1 (100% Zufallswerte), dass praktisch kein Crossover wirksam werden kann und dass RISKOptimizer ausschließlich Zufallsszenarien erzeugen wird.

  Falls alle Daten der optimalen Lösung bereits irgendwo in der Population vorhanden waren, ist der Crossover-Operator wahrscheinlich ausreichend, um schließlich die Lösung zusammenzustoppeln. Mutation hat sich als wichtiges Element in der biologischen Welt erwiesen, und zwar oft aus denselben Gründen, aus denen die Mutation auch im gentechnischen Algorithmus benötigt wird: Mutation ist wichtig für das Aufrechterhalten einer mannigfaltigen Population von unterschiedlichen Organismen, um zu vermeiden, dass die Population zu unflexibel wird, um sich der dynamischen Umgebung anzupassen. Genau wie in einem gentechnischen Algorithmus sind es oft die genetischen Mutationen in der Tierwelt, die schließlich zur Entwicklung von wichtigen neuen Funktionen führen.

  Für die meisten Zwecke reicht die standardmäßige Mutationseinstellung vollkommen aus. Diese Einstellung kann jedoch durch versierte Benutzer auch geändert werden, um die Performance von RISKOptimizer bei komplexen Problemen entsprechend fein abzustimmen. Vielleicht entschließt sich der Benutzer, die Mutationsrate zu erhöhen, falls die Population in RISKOptimizer ziemlich homogen ist und während der letzten 200 oder 300 Versuche keine neuen Lösungen mehr gefunden wurden. Eine typische Änderung der Einstellung ist von 0,06 auf 0,2. Sobald RISKOptimizer mit dem Lösen eines Problems begonnen hat, können Sie die Mutationsrate mithilfe des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm dynamisch ändern (weitere Einzelheiten hierzu sind weiter hinten in diesem Kapitel unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ zu finden).

Wenn Sie im Feld „Mutationsrate" in der Dropdown-Liste den Eintrag *Autom*. wählen, wird die Mutationsrate automatisch eingestellt. Das ermöglicht RISKOptimizer, die Mutationsrate automatisch zu erhöhen, wenn ein Organismus sehr alt erscheint, d. h. wenn er über viele Versuche hinweg unverändert geblieben ist. Bei vielen Modellen können durch Auswahl von *Autom*. schneller bessere Ergebnisse erzielt werden, besonders dann, wenn die optimale Mutationsrate nicht bekannt ist.

Anzahl der Zeitblöcke und Beschränkungs-zellen

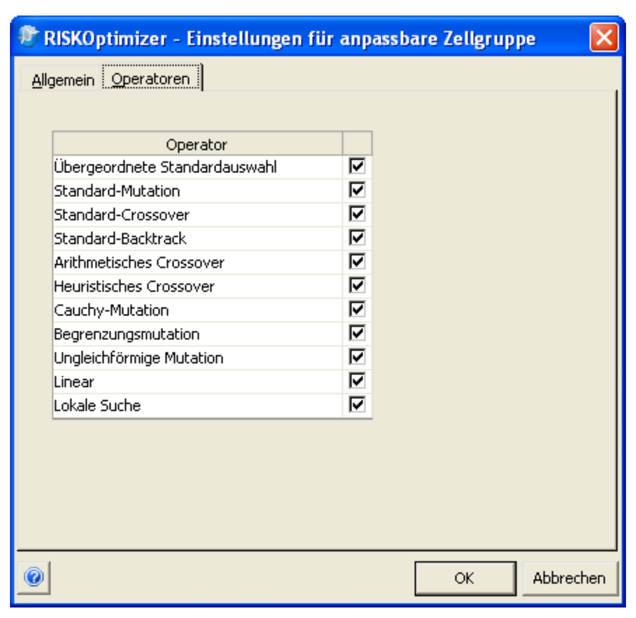
Weitere Informationen zu diesen Optionen sind in diesem Kapitel im Abschnitt *Lösungsmethoden* unter ***Ablaufsplan*** zu finden.

Vorhergehende Aufgaben

Weitere Informationen zu diesen Optionen sind in diesem Kapitel im Abschnitt *Lösungsmethoden* unter ***Projekt*** zu finden.

Operatoren

Wenn in RISKOptimizer die Lösungsmethode „Formulierung" verwendet wird, sind auswählbare gentechnische Operatoren verfügbar. Wenn Sie im Dialogfeld **Einstellungen für anpassbare Zellgruppen** auf die Registerkarte **Operatoren** klicken, können Sie einen speziellen gentechnischen Operator (wie z. B. „heuristisches Crossover" oder „Begrenzungsmutation") wählen, um mögliche Werte für einen Satz von anpassbaren Zellen zu erstellen. Auch kann RISKOptimizer automatisch alle verfügbaren Operatoren prüfen, um den Operator zu finden, der für Ihr Problem am besten ist.



Gentechnische Algorithmen verwenden genetische Operatoren, um aus der aktuellen Lösungen in der Population neue zu erstellen. Bei zwei der genetischen Operatoren, die in RISKOptimizer verwendet werden, handelt es sich um die Operatoren *Mutation* und *Crossover*. Durch den Operator *Mutation* wird bestimmt, ob Zufallsänderungen in „Genen“ (Variablen) vorgenommen sollen und auf welche Weise das passieren soll. Mithilfe des Operators *Crossover* wird dagegen festgelegt, wie Lösungspaare in der Population bestimmte „Genen“ austauschen können, um Nachwuchslösungen zu erzeugen, die besser für das Problem geeignet sind als das Vorgängerpaar.

In RISKOptimizer stehen folgende speziellen gentechnischen Operatoren zur Verfügung:

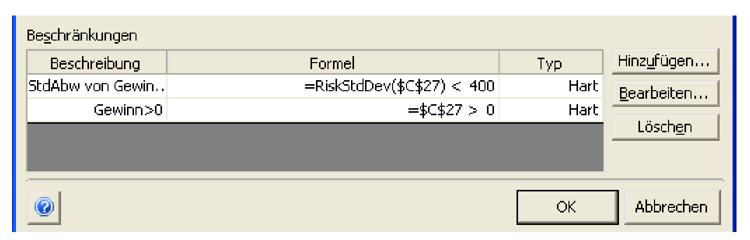
- **Lineare Operatoren** – Diese Operatoren sind dazu da, Probleme zu lösen, bei denen die optimale Lösung an der durch die Beschränkungen definierten Grenze liegt. Dieses Mutations- und Crossover-Operatorpaar ist gut für das Lösen von linearen Optimierungsproblemen geeignet.
- **Begrenzungsmutation** – Dieser Operator ist dazu geeignet, auf schnelle Weise Variablen zu optimieren, die sich auf monotone Art auf das Ergebnis auswirken und auf die Bereichsbegrenzung eingestellt werden können, ohne gegen die Beschränkungen zu verstoßen.
- **Cauchy-Mutation** – Dieser Operator ist dafür konzipiert, hauptsächlich kleine Änderungen in Variablen zu erzeugen, kann aber mitunter auch für große Änderungen eingesetzt werden.
- **Ungleichförmige Mutation** – Dieser Operator erzeugt bei zunehmender Anzahl von berechneten Versuchen immer kleiner werdende Mutationen. Das ermöglicht RISKOptimizer, die Antworten fein abzustimmen.
- **Arithmetisches Crossover** – Dieser Operator erzeugt neue Nachwuchslösungen, und zwar durch arithmetisches Kombinieren der beiden Vorgängerlösungen. Diese Methode kann anstelle des Genenaustauschs verwendet werden.
- **Heuristisches Crossover** – Dieser Operator verwendet die durch die beiden Vorgängerlösungen erzeugten Werte, um zu bestimmen, wie die Nachwuchslösung generiert wird. Durch diesen Operator wird in der aussichtsreichsten Richtung gesucht und auch lokal fein abgestimmt.

Je nach Art des Optimierungsproblems können evtl. durch verschiedene Kombinationen von Mutations- und Crossover-Operatoren die besten Ergebnisse erzielt werden. Auf der Registerkarte *Operatoren* des Dialogfelds *Einstellungen für anpassbare Zellgruppen* können bei Verwendung der Lösungsmethode *Formulierung* beliebig viele Operatoren ausgewählt werden, Bei Auswahl mehrerer Operatoren prüft RISKOptimizer alle sich daraus ergebenden gültigen Kombinationen, um für Ihr Modell die beste Kombination zu identifizieren. Nach Ausführung des Modells werden die einzelnen ausgewählten Operatoren in der Optimierungsübersicht nach Performance rangmäßig eingestuft. Bei nachfolgenden Ausführungen desselben Modells können dann evtl. schnellere und bessere Optimierungen erreicht werden, indem Sie ausschließlich die in der Optimierungsübersicht zu sehenden leistungsstärksten Operatoren auswählen.

HINWEIS: Beim Erstellen mehrerer Gruppen von anpassbaren Zellen bitte sicherstellen, dass sich keine Kalkulationstabellenzelle in mehreren unterschiedlichen Gruppen befindet. Jede Gruppe anpassbarer Zellen sollte nur eindeutige anpassbare Zellen enthalten, so sonst die Werte der ersten Gruppe ignoriert und durch die Werte der zweiten Gruppe überschrieben werden. Wenn Sie meinen, dass ein Problem am besten durch mehrere Lösungsmethoden darzustellen ist, sollten Sie die Variablen möglichst in mehrere Gruppen aufteilen.

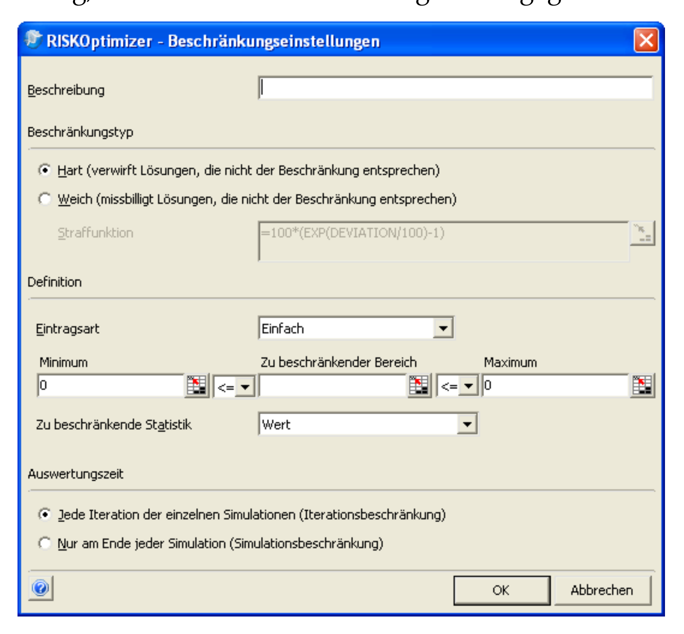
Beschränkungen

RISKOptimizer ermöglicht Ihnen, Beschränkungen oder Bedingungen einzugeben, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu generieren. Im Dialogfeld **Modelldefinition** werden die eingegebenen Beschränkungen in der **Beschränkungstabelle** angezeigt.



Schaltfläche „Hinzufügen" – Hinzufügen von Beschränkungen

Durch Klicken auf die Schaltfläche *Hinzufügen* neben der *Beschränkungstabelle* kann das Dialogfeld **Beschränkungseinstellungen** angezeigt werden, in das die Beschränkungen eingegeben werden. Über dieses Dialogfeld kann der gewünschte Beschränkungstyp sowie auch die entsprechende Beschreibung, Definition und Auswertungszeit angegeben werden.



Beschränkungstyp

In RISKOptimizer können zwei Arten von Beschränkungen angegeben werden:

- **Harte Beschränkungen** – dies sind Bedingungen, die eingehalten werden müssen, um eine gültige Lösung zu erhalten (bei einer harten Iterationsbeschränkung könnte es sich z. B. um C10<=A4 handeln, in welchem Fall die Lösung verworfen werden würde, wenn durch sie für C10 ein Wert generiert wird, der größer ist als der Wert in Zelle A4).
- **Weiche Beschränkungen** – dies sind Bedingungen, die so gut wie möglich eingehalten werden sollten, aber kompromittiert werden können, um ein erheblich besseres Fitness- oder Zielzellenergebnis zu erhalten (bei einer weichen Beschränkung könnte es sich z. B. um C10<100 handeln, aber C10 könnte auch größer als 100 sein, in welchem Fall der berechnete Zielzellenwert jedoch reduziert werden würde, und zwar auf Basis der eingegebenen Strafklausel).

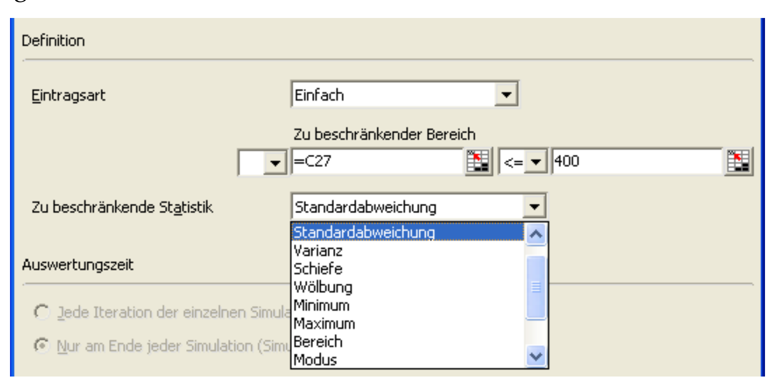
Auswertungszeit

Harte Beschränkungen können **1) bei jeder Iteration der Simulation einer Probelösung (Iterationsbeschränkung)** oder **2) am Ende der Simulation einer Probelösung (Simulationsbeschränkung)** ausgewertet werden.

- Eine **Iterationsbeschränkung** ist eine Beschränkung, die bei jeder Iteration einer Simulation der gegebenen Probelösung ausgewertet wird. Wenn eine Iteration irgendwelche Werte ergibt, die gegen die harte Beschränkung verstoßen, wird die Simulation angehalten. Das heißt, diese Probelösung wird verworfen und dann mit der nächsten Probelösung und der zugehörigen Simulation begonnen.
- Eine **Simulationsbeschränkung** wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. In diesem Fall wird die Beschränkung am Ende der Simulation ausgewertet. Durch eine Simulationsbeschränkung (im Gegensatz zur Iterationsbeschränkung) ist es nicht möglich, die Simulation vor Beendung anzuhalten.

Simulations-beschränkungen

Eine Simulationsbeschränkung wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. Die für diese Beschränkung zu verwendende Statistik wird in der verfügbaren Dropdown-Liste ausgewählt.



Bei Verwendung einer Simulationsbeschränkung wird eine Verteilung von möglichen Werten für den *Beschränkungsbereich* generiert, und zwar während der Simulation der einzelnen Probelösungen. Am Ende jeder Simulation wird überprüft, ob die Beschränkung auch eingehalten wurde. Wird eine harte Simulationsbeschränkung nicht eingehalten, wird die Probelösung einfach verworfen. Wenn dagegen eine weiche Beschränkung nicht eingehalten wird, bedeutet das, dass die zu minimierende oder maximierende Zielzellenstatistik mit einem entsprechenden Strafwert belastet wird, und zwar auf Basis der eingegebenen Strafklausel (siehe nächster Abschnitt *Weiche Beschränkungen*).

Einfache und Formel-beschränkungen

Zwei Formate – *Einfach* und *Formel* – können zur Eingabe von Beschränkungen verwendet werden. Die Art der Informationen, die in Bezug auf eine Beschränkung eingegeben werden können, hängt von dem ausgewählten Format ab.

- **Einfaches Format** – Bei diesem Format können Beschränkungen mittels einfacher Vergleiche (z. B. <, <=, >, >= oder =) eingegeben werden, wobei eine Zelle mit einer eingegebenen Zahl verglichen wird. Eine typische einfache Beschränkung wäre z. B.:

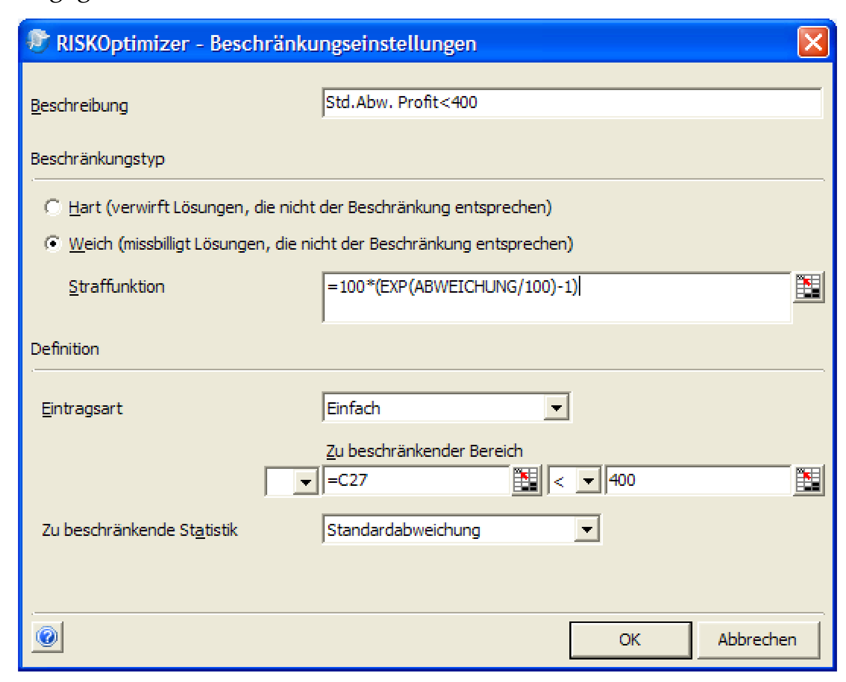
  0<Value of A1<10,

  wobei A1 in das Feld *Zellbereich*, 0 in das Feld *Min.* und 10 in das Feld *Max.* eingegeben wird. Der gewünschte Operator wird dann in den Dropdown-Listenfeldern ausgewählt. Bei diesem Beschränkungsformat kann entweder ein Minimalwert oder ein Maximalwert oder auch beides eingegeben werden. Der eingegebene Minimal- und Maximalwert muss numerisch sein und im einfachen Wertebereichs-Beschränkungsformat eingegeben werden.

- **Formelformat** – Dieses Format macht es dagegen möglich, irgendeine gültige Excel-Formel (z. B. A19<(1.2*E7)+E8) als Beschränkung einzugeben. Durch RISKOptimizer wird im Falle einer Formelbeschränkung auch geprüft, ob die eingegebene Formel dem Wert WAHR oder FALSCH entspricht (d. h. ob die Beschränkung eingehalten wurde).

Weiche Beschränkungen

Weiche Beschränkungen sind Bedingungen, die so gut wie möglich eingehalten werden sollten, die aber kompromittiert werden können, um ein erheblich besseres Fitness- oder Zielzellenergebnis zu erhalten. Bei Nichteinhaltung einer weichen Beschränkung wird dadurch das Zielzellenergebnis geändert, d. h. es wird weiter vom Optimalwert entfernt. Wie groß diese Änderung ist, wird durch eine Strafklausel berechnet, die bei Angabe der weichen Beschränkung mit eingegeben wird.

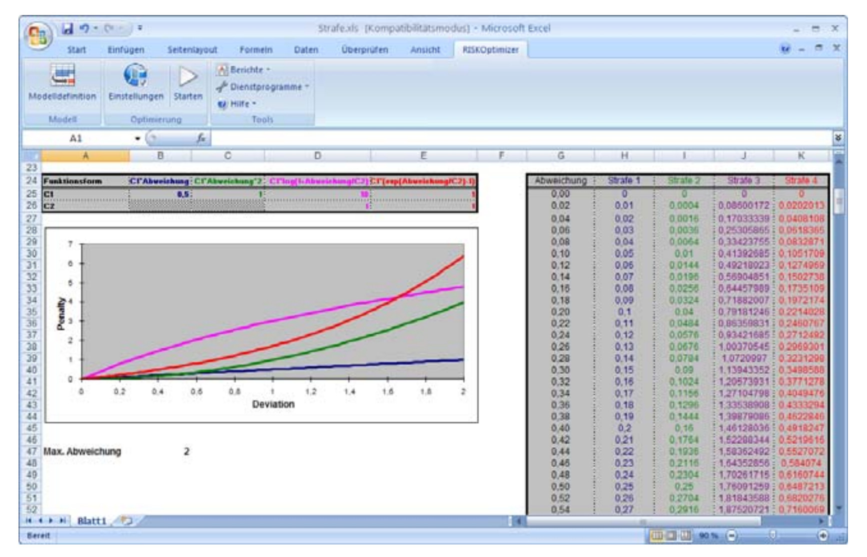


Hier sind weitere Informationen zu den Strafklauseln:

- **Eingabe einer Strafklausel.** RISKOptimizer arbeitet mit einer Standardstrafklausel, die beim ersten Eingeben einer weichen Beschränkung angezeigt wird. Es kann jedoch auch irgendeine gültige Excel-Formal eingegeben werden, um die Strafwerte zu berechnen, die bei Nichteinhaltung der weichen Beschränkung angewendet werden sollen. Die eingegebene Strafklausel sollte das Schlüsselwort *deviation* (Abweichung) enthalten, durch das dargestellt wird, wie viel die Beschränkung überschritten wurde. Am Ende jeder Simulation einer Probelösung wird durch RISKOptimizer geprüft, ob die weiche Beschränkung eingehalten wurde. Ist das nicht der Fall, wird die Höhe der Abweichung in die Strafformel eingegeben und dann berechnet, wie viele Strafpunkte auf die Zielzellenstatistik anzuwenden sind.

Diese Strafpunkte werden anschließend der berechneten Statistik entweder hinzugefügt oder davon abgezogen, um diese weniger „optimal“ zu machen. Wenn beispielsweise im Dialogfeld **RISKOptimizer – Modell** im Feld *Optimierungsziel* die Option *Maximum* ausgewählt wurde, werden die Strafpunkte von der berechneten Zielzellenstatistik abgezogen.

- **Anzeige der Auswirkungen einer eingegebenen Strafklausel.** RISKOptimizer enthält das Excel-Arbeitsblatt STRAFE.XLS, das dazu verwendet werden kann, die Auswirkungen verschiedener Strafklauseln auf bestimmte weiche Beschränkungen und Zielzellenergebnisse auszuwerten.



STRAFE.XLS ermöglicht Ihnen, in Ihrem Modell eine weiche Beschränkung auszuwählen, deren Auswirkungen Sie analysieren möchten. Die Strafklausel kann dann geändert werden, um zu sehen, wie dadurch aus einem bestimmten Beschränkungs-Nichteinhaltungswert ein spezieller Zielstrafwert entsteht. Wenn die weiche Beschränkung z. B. A10<100 ist, kann STRAFE.XLS verwendet werden, um festzustellen, was der Zielwert sein würde, wenn ein Wert von 105 für Zelle A10 berechnet werden würde.

- **Anzeige der angewendeten Strafpunktwerte.** Wenn die Strafpunkte wegen einer nicht eingehaltenen weichen Beschränkung auf die Zielzelle angewendet werden, sind die Strafpunktwerte im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Auch werden diese Strafpunktwerte in den Arbeitsblättern des Optimierungsprotokolls angezeigt, die nach der Optimierung erstellt werden können.

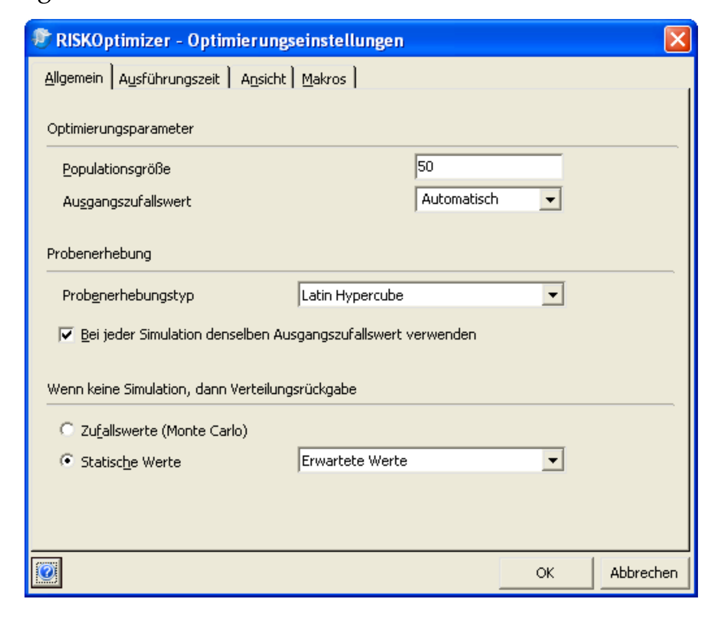
HINWEIS: Wenn Sie über das Dialogfeld „Stop“ mithilfe der Optionen unter „Anpassbare Zellwerte aktualisieren“ eine Lösung in Ihrem Arbeitsblatt platzieren, enthält das in der Kalkulationstabelle gezeigte berechnete Zielzellenergebnis keine Strafpunktwerte, die wegen nicht eingehaltener weicher Beschränkungen auferlegt wurden. Das die Strafpunktwerte enthaltende Zielzellenergebnis und die Anzahl der Strafpunkte, die wegen der einzelnen nicht eingehaltenen weichen Beschränkungen auferlegt wurde, sind in RISKOptimizer nur in der Optimierungs-Arbeitsblattübersicht zu sehen.

- **Implementierung von weichen Beschränkungen in Arbeitsblattformeln.** Strafklauseln können im Arbeitsblatt direkt in den Formeln implementiert werden. Wenn weiche Beschränkungen im Arbeitsblatt implementiert werden, sollten sie in RISKOptimizer nicht in das Hauptdialogfeld eingegeben werden. Weitere Informationen über das Implementieren von Strafklauseln im Arbeitsblatt sind im Abschnitt „Weiche Beschränkungen“ in Kapitel 9: RISKOptimizer-Extras zu finden.

Befehl „Optimierungseinstellungen“ – Registerkarte „Allgemein“

Definiert die allgemeinen Einstellungen für eine Optimierung

Auf der Registerkarte **Allgemein** des Dialogfelds **Optimierungseinstellungen** werden die Einstellungen für **Populationsgröße**, **Anzeigeaktualisierung** und **Ausgangszufallswert** angezeigt.



Auf der Registerkarte **Allgemein** sind unter **Optimierungsparameter** u. a. folgende Optionen verfügbar:

- **Populationsgröße.** Durch **Populationsgröße** wird in RISKOptimizer angegeben, wie viele Organismen (oder vollständige Variablensätze) jeweils gespeichert werden sollen. Obwohl noch viel debattiert und untersucht wird, um die optimale Populationsgröße zur Verwendung bei verschiedenen Problemen herauszufinden, wird allgemein empfohlen, je nach Ausmaß des Problems 30 bis 100 Organismen in der Population zu verwenden (d. h. größere Populationen für größere Probleme). Bei einer größeren Population wird wahrscheinlich länger für ein Problem gebraucht, aber dafür auch wegen des dann größeren „Genepools" evtl, eher eine Globalantwort auf das Problem gefunden.

- **Ausgangszufallswert.** Diese Option ermöglicht Ihnen, den in RISKOptimizer verwendeten Ausgangswert für die Zufallswertfolge einzustellen. Wenn derselbe Ausgangswert verwendet wird, werden durch eine Optimierung genau dieselben Antworten für dasselbe Modell generiert, sofern das Modell nicht geändert und die Option **Bei jeder Simulation denselben Ausgangszufallswert verwenden** ausgewählt wurde. Die Option **Bei jeder Simulation denselben Ausgangszufallswert verwenden** sollte überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine unnötigen Zufallsfaktoren von Simulation zu Simulation in die Optimierungsergebnisse gelangen. Der Ausgangswert muss eine Ganzzahl sein und im Bereich von 1 bis 2147483647 liegen.

Auf der Registerkarte **Allgemein** sind folgende **Probenerhebungsoptionen** verfügbar:

- **Probenerhebungstyp.** Durch die Optionen unter „Simulationsprobenerhebungstyp" wird die Art der Probenerhebung eingestellt, die während einer Optimierung für jede Simulation verwendet werden soll. Probenerhebungstypen unterscheiden sich in der Art, in der die Werteproben erhoben werden. Durch den Probenerhebungstyp „Latin Hypercube" können die durch Verteilungsfunktionen angegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit weniger Iterationen nachvollzogen werden, als das beim Probenerhebungstyp „Monte Carlo" der Fall ist. Wir empfehlen Ihnen deshalb, die Standardeinstellung (Latin Hypercube) zu verwenden, es sei denn, dass die Modelliersituation ausdrücklich den Typ **Monte Carlo** erforderlich macht.

- **Bei jeder Simulation denselben Ausgangszufallswert verwenden.** Durch diese Option wird angegeben, dass RISKOptimizer für jede Simulation einen reproduzierbaren Satz von Zufallswerten verwenden soll, um sicherzustellen, dass Verteilungen bei einer Optimierung die gleichen Werteproben für jede Probesimulation zurückgeben.

Bei Ausführung einer standardmäßigen Excel-Neuberechnung und Drücken auf <F9> werden die Optionen unter **Wenn keine Simulation, dann Verteilungsrückgabe** angezeigt. Hierfür sind folgende Optionen verfügbar:

- **Zufallswerte (Monte Carlo). –** In diesem Modus geben die Verteilungsfunktionen während einer normalen Neuberechnung einen Monte Carlo-Zufallswert zurück. Durch diese Einstellung erscheinen die Arbeitsblattwerte so, wie sie während der Ausführung einer Simulation aussehen würden, bei der für jede Neuberechnung neue Werteproben aus den Verteilungsfunktionen erhoben würden.

- **Statische Werte.** – In diesem Modus geben Verteilungsfunktionen die statischen Werte zurück, die während einer normalen Neuberechnung in die Eigenschaftsfunktion ***RiskStatic*** eingegeben wurden. Wenn kein statischer Wert für die Verteilungsfunktion definiert wurde, gibt diese einen der folgende Werte zurück:

  - **Erwarteten Wert** oder Mittelwert der Verteilung. Bei diskontinuierlichen Verteilungen wird durch die Einstellung **„Korrigierter" erwarteter Wert** in der Verteilung als Austauschwert der diskontinuierliche Wert verwendet, der dem wahren erwarteten Wert am nächsten kommt.

  - **Wahren erwarteten Wert.** Durch diese Einstellung werden in der Regel die gleichen Werte wie bei der Option **„Korrigierter" erwarteter Wert** zurückgegeben, aber nicht bei diskontinuierlichen Verteilungstypen, wie z. B. DISCRETE, POISSON usw. Für diese Verteilungen wird als Austauschwert der wahre erwartete Wert verwendet, selbst wenn dieser bei der eingegebenen Verteilung eigentlich nicht auftreten könnte, d. h. wenn es sich bei dem Wert um keinen der diskontinuierlichen Punkte in der Verteilung handelt.

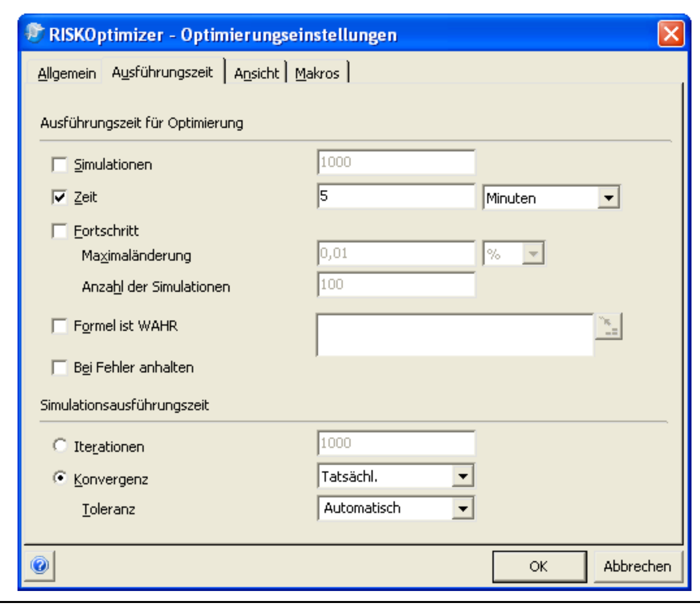
  - **Modus** oder Moduswert einer Verteilung.

  - **Perzentil** oder eingegebene Perzentilwert für jede Verteilung.

Befehl „Optimierungseinstellungen“ – Registerkarte „Ausführungszeit“

Definiert die Ausführungszeiteinstellungen für eine Optimierung

Auf der Registerkarte **Ausführungszeit** des Dialogfelds **Optimierungseinstellungen** werden die RISKOptimizer-Einstellungen angezeigt, durch die Ausführungszeit für die Optimierung festgelegt wird. Durch diese Anhaltebedingungen wird angegeben, wie und wann RISKOptimizer während einer Optimierung angehalten wird. Sobald Sie den Befehl **Optimierung starten** wählen, wird RISKOptimizer fortlaufend ausgeführt, um durch die fortgesetzten Simulationen bessere Lösungen zu finden, bis den ausgewählten Anhaltekriterien entsprochen wird. Sie können jede beliebige Anzahl von diesen Bedingungen aktivieren oder auch überhaupt keine, falls RISKOptimizer so lange ausgeführt werden soll, bis Sie das Programm anhalten. Sofern mehrere Bedingungen aktiviert sind, wird RISKOptimizer angehalten, sobald einer dieser ausgewählten Bedingungen entsprochen wird. Sie können diese Auswahlen auch außer Kraft setzen und RISKOptimizer jederzeit manuell anhalten, indem Sie im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm oder im Fenster **Fortschritt** auf die Schaltfläche **Stop** klicken.



Optionen für Optimierungs-ausführungszeit

Optionen für **Optimierungsausführungszeit** auf der Registerkarte **Ausführungszeit**:

- **Simulationen** – Über diese Option kann RISKOptimizer angehalten werden, sobald eine bestimmte Anzahl von Simulationen ausgeführt wurde. Für jede durch RISKOptimizer generierte Probelösung wird eine Simulation ausgeführt.

  Die Einstellung **Simulationen** ist besonders nützlich, wenn verglichen werden soll, wie effizient RISKOptimizer bei Verwendung verschiedener Modellierungsmethoden arbeitet. RISKOptimizer kann durch Änderung der Modellierung eines Problems oder durch Auswahl einer anderen Lösungsmethode u. U. effizienter gemacht werden. Wenn über ein Modell eine bestimmte Anzahl von Simulationen ausgeführt wird, ist dadurch zu erkennen, wie effizient RISKOptimizer beim Konvergieren auf eine Lösung arbeitet, und zwar ungeachtet jeglicher Differenzen in der Anzahl der ausgewählten Variablen, in der Geschwindigkeit der verwendeten Hardware oder in der Bildschirmaktualisierungszeit. Ferner ist in RISKOptimizer die Optimierungs-Arbeitsblattübersicht recht praktisch, um zwischen den Ausführungen die Ergebnisse zu vergleichen. Weitere Informationen zur Optimierungs-Arbeitsblattübersicht sind in diesem Kapitel unter „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm, Abschnitt „Anhalteoptionen“, zu finden.

- **Zeit –** Diese Option ermöglicht Ihnen, RISKOptimizer so einzustellen, dass nach einer bestimmten Anzahl von Stunden, Minuten oder Sekunden keine Szenarien mehr simuliert werden. Für diesen Eintrag kann jede beliebige positive Realzahl (z. B. 600, 5,2 usw.) verwendet werden.

- **Fortschritt** – Über diese Option kann RISKOptimizer so eingestellt werden, dass keine Szenarien mehr simuliert werden, wenn der Fortschritt in der Zielzelle auf weniger als den angegebenen Wert zurückgefallen ist (Änderungskriterium). Als Ganzzahl kann die Anzahl der Simulationen angegeben werden, nach denen der noch verbleibende Fortschritt überprüft werden soll. Im Feld *Maximale Änderung* kann ein Prozentsatz (z. B. 1%) als maximaler Änderungswert eingegeben werden.

Angenommen, Sie versuchen den Mittelwert der Zielzelle zu maximieren und nach 500 Simulierungen ist die bis dahin beste Antwort 354,8. Falls die Option *Fortschritt* die einzige ausgewählte Anhaltebedingung ist, wird RISKOptimizer bei Simulation Nr. 600 pausieren und nur dann weiter simulieren, wenn eine Antwort von 354,9 oder höher während der letzten 100 Simulierungen gefunden werden konnte. Mit anderen Worten, wenn bei den von RISKOptimizer gegebenen Antworten während der letzten 100 Simulationen nicht mindestens ein Fortschritt (d. h. ein Verbesserung) von 0,1 zu verzeichnen ist, wird angenommen, dass kaum noch eine Verbesserung zu erwarten ist, und die Suche daher beendet. Bei komplizierteren Problemen sollten Sie vielleicht die Anzahl der Simulationen höher als 500 einstellen, bevor dann bestimmt wird, ob noch genügend Verbesserungen generiert werden, um fortzufahren.

Dies ist die beliebteste Anhaltebedingung, da sie dem Benutzer auf wirksame Weise ermöglicht, RISKOptimizer anzuhalten, sobald nicht mehr viele weitere Verbesserungen durch RISKOptimizer generiert werden. Falls Sie sich die Diagramme der besten Ergebnisse auf der Registerkarte „Fortschritt“ des RISKOptimizer-Überwachungsprogramm ansehen, werden Sie feststellen, dass die Fortschrittskurve in den Diagrammen langsam verflacht, bevor RISKOptimizer dann angehalten wird. *Fortschritt* ermöglicht Ihnen praktisch, automatisch das vorzunehmen, was Sie auch manuell ausführen könnten, nämlich das Programm so lange auszuführen, bis kaum noch Verbesserungen generiert werden.

- **Formel ist WAHR.** Bei dieser Anhaltebedingung wird die Optimierung angehalten, sobald die eingegebene (oder bezogene) Excel-Formel dem Wert WAHR entspricht.
- **Bei Fehler anhalten.** Diese Anhaltebedingung lässt die Optimierung anhalten, sobald ein fehlerhafter Wert für die Zielzelle berechnet wird.

HINWEIS: Wenn keine Anhaltebedingungen ausgewählt werden, wird RISKOptimizer so lange ausgeführt, bis Sie im Fenster „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ auf STOP drücken.

Optionen für Simulations-ausführungszeit

Durch die **Optionen für Simulationsausführungszeit** wird angegeben, wie RISKOptimizer bestimmen soll, wann eine Simulation anzuhalten ist. Die einzelnen Simulationen können beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Iterationen ausgeführt werden oder man überlässt es einfach RISKOptimizer, genau zu bestimmen, wann jede Simulation beendet werden soll.

Optionen für **Simulationsausführungszeit** auf der Registerkarte **Ausführungszeit**:

- **Iterationen** – Diese Option ermöglicht Ihnen, bei jeder Simulation eine bestimmte Anzahl von Iterationen auszuführen. RISKOptimizer führt dann die angegebene Anzahl an Iterationen für jede Simulation aus, die für jede durch RISKOptimizer generierte Probelösung vorgenommen wird (es sei denn, dass dieser Vorgang vorzeitig unterbrochen wird, weil eine Iterationsbeschränkung nicht eingehalten wurde).
- **Konvergenz** – Bei dieser Option wird die **effektive** oder **projektierte** Konvergenz als Anhaltebedingung für die Simulation verwendet:
    - **Effektive Konvergenz** – Durch diese Option wird RISKOptimizer angewiesen, jede Simulation anzuhalten, wenn die für die Zielzelle der Optimierung und für die in den Simulationsbeschränkungen verwiesenen Zellen generierten Verteilungen stabil sind und die gewünschten Statistiken konvergieren. Wie viel eine als „konvergiert“ markierte Statistik variieren darf, wird über die Option *Toleranz* eingestellt.
    - **Projektierte Konvergenz** – Durch diese Option wird RISKOptimizer angewiesen, jede Simulation anzuhalten, wenn das Programm in der Lage ist, intern zu projektieren, das die für die Zielzelle der Optimierung und für die in den Simulationsbeschränkungen verwiesenen Zellen generierten Verteilungen stabil sind. RISKOptimizer projektiert die Konvergenz auf Basis von Ergebnissen vorheriger Simulationen, die während der Optimierung ausgeführt wurden.

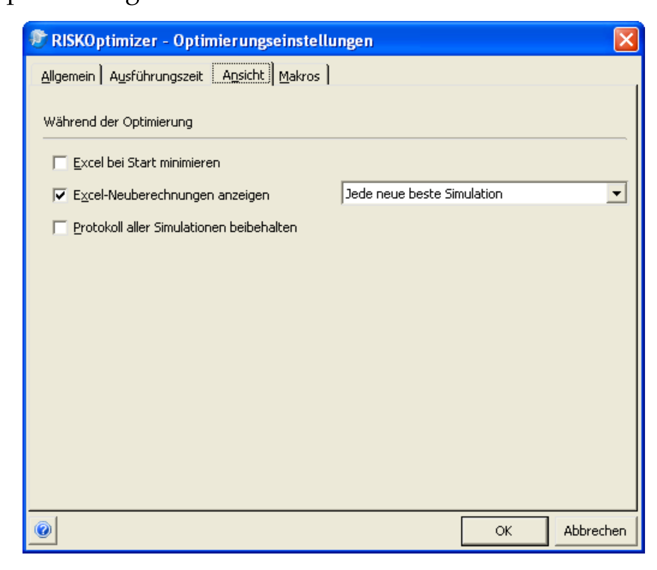
Es ist zu empfehlen, RISKOptimizer bestimmen zu lassen, wann die Simulation zu beenden ist. Dadurch wird sichergestellt, dass genügend Iterationen ausgeführt werden und die an RISKOptimizer zurückgegebenen Ausgabestatistiken entsprechend stabil sind. Sie kann jedoch auch eine begrenztere Anzahl von Iterationen angeben, um die Optimierungen zu beschleunigen. Das könnte z. B. ratsam sein, wenn die Modelle außergewöhnlich umfangreich sind oder jede Neuberechnung des Modells in Excel sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

Für die Option **Toleranz** kann ein Wert zwischen 1 und 100 (oder auch *Autom*.) eingegeben werden. Dadurch wird angegeben, wie viel noch geändert werden kann, wenn die gewünschte Statistik als konvergiert angezeigt wird. Eine niedrige Einstellung bedeutet, dass nicht viel in der Statistik geändert werden kann, um diese „konvergiert“ nennen zu können. Eine hohe Einstellung (z. B. zwischen 95 und 100) ermöglicht dagegen viel größere Veränderungen in konvergierten Statistiken. Eine niedrige Toleranzeinstellung gibt bessere Genauigkeit, aber die Optimierung dauert dann auch entsprechend länger. Viele zusätzliche Iterationen (oft ohne große Verbesserung in den Optimierungsergebnissen) sind evtl. bei den einzelnen Simulationen erforderlich, um bei niedriger Einstellung der Toleranz die Konvergenz zu erreichen. Bei Auswahl von *Autom*. bestimmt RISKOptimizer für Sie, wie die Einstellung für Konvergenztoleranz vorzunehmen ist.

Befehl „Optimierungseinstellungen“ – Registerkarte „Ansicht“

Definiert die Ansichtseinstellungen für eine Optimierung

Auf der Registerkarte „Ansicht“ des Dialogfelds „Optimierungseinstellungen“ werden in RISKOptimizer die Einstellungen angezeigt, durch die festgelegt wird, was während einer Optimierung zu sehen ist.



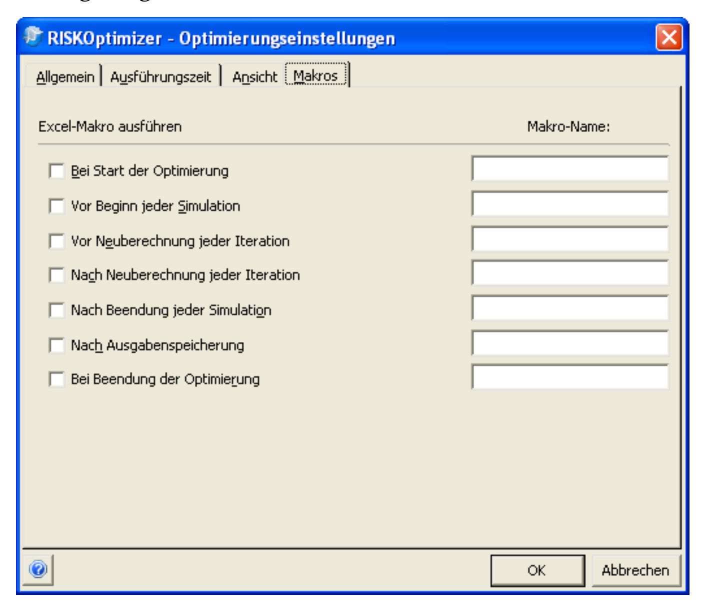
Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Excel bei Start minimieren**. Durch diese Option wird Excel bei Start einer Optimierung minimiert.
- **Excel-Neuberechnungen anzeigen**. Hierdurch wird festgelegt, Excel entweder **bei jeder neuen besten Lösung** oder am **Ende jeder Simulation** zu aktualisieren. In einigen Situationen wird der Bildschirm allerdings ganz unabhängig von diesen Einstellungen aktualisiert, z. B. wenn die Optimierung irgendwie angehalten wurde.
- **Protokoll aller Simulationen beibehalten**. Durch diese Option wird angegeben, dass RISKOptimizer ein laufendes Protokoll jeder neuen Simulation beibehalten soll. Dieses Protokoll kann im Fenster „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ angezeigt werden.

Befehl „Optimierungseinstellungen“ – Registerkarte „Makros“

Definiert die Makros, die während einer Optimierung ausgeführt werden sollen

Während einer Optimierung und während Simulation der einzelnen Probelösungen können zu verschiedenen Zeiten VBA-Makros ausgeführt werden. Dies ermöglicht die Entwicklung von benutzerdefinierten Berechnungen, die dann während der Optimierung aufgerufen werden.



Makros können zu folgenden Zeitpunkten während einer Optimierung ausgeführt werden:

- **Bei Optimierungsstart** – Makro wird nach Klicken auf das Symbol für „Ausführen“ und vor Generierung der ersten Probelösung ausgeführt.
- **Vor Beginn jeder Simulation** – Makro wird vor jeder Simulation ausgeführt (dabei handelt es sich um eine Simulation für jede durch RISKOptimizer generierte Probelösung).

- **Vor Neuberechnung jeder Iteration** – Makro wird nach Probenerhebung, aber vor Neuberechnung der einzelnen Iterationen jeder Simulation ausgeführt. Das heißt, der Makro wird nach der Probenerhebung aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen für die Iteration, aber vor der nachfolgenden Neuberechnung des Modells ausgeführt.
- **Nach Neuberechnung jeder Iteration** – Makro wird nach den einzelnen Iterationen jeder Simulation ausgeführt. Das heißt, der Makro wird nach der Probenerhebung aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen für die Iteration und die Neuberechnung des Modell (das diese Wertproben verwendet), aber vor Erfassung des Zielzellenwertes ausgeführt.
- **Nach Beendung jeder Simulation** – Makro wird nach jeder Simulation, aber vor Speicherung der für die Zielzellenverteilung zu optimierenden Statistik ausgeführt.
- **Nach Ausgabespeicherung** – Makro wird nach jeder Simulation und nach Speicherung der für die Zielzellenverteilung zu optimierenden Statistik ausgeführt.
- **Bei Optimierungsabschluss** – Makro wird nach Beendung der Optimierung ausgeführt.

Durch diese Funktion können Berechnungen, die nur durch ein Makro vorgenommen werden können, während einer Optimierung ausgeführt werden. Iterative Schleifenberechnungen und Berechnungen, die neue Daten aus externen Quellen erfordern, sind Beispiele solcher Berechnungen, die Makros erfordern.

Der auszuführende Makro wird durch den **Makronamen** definiert.

Befehl „Optimierung starten“

Startet eine Optimierung

Über diesen Befehl oder durch Klicken auf das Symbol für „Optimierung starten“ kann eine Optimierung des aktiven Modells und der aktiven Arbeitsmappe gestartet werden. Sobald RISKOptimizer startet, wird das Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt“ angezeigt.



In diesem Fenster ist Folgendes zu sehen:

- **Iteration** oder die Anzahl der in der aktuellen Simulation ausgeführten Iterationen.
- **Simulation** oder die Gesamtanzahl der ausgeführten Simulationen **(#Valid** weist auf die Anzahl der Simulationen hin, für die alle Beschränkungen eingehalten wurden).
- **Ausführungszeit** oder wie lange die Ausführung gedauert hat.
- **Ursprüngl.** oder der ursprüngliche Wert der Statistik für die Zielzelle, und zwar wie in der anfänglichen Simulation berechnet, die unter Verwendung der im Arbeitsblatt für die anpassbaren Zellen vorhandenen Werte ausgeführt wurde.
- **Bester** oder derzeit bester Wert für die Zielzellenstatistik, die minimiert oder maximiert werden soll.

Während der Optimierung wird in Excel in der Statusleiste auch der aktuelle Fortschritt in der Analyse angezeigt.

Beste=2245,2600 (Simulation Nr.10) Original=1964,1900 Abgeschlossene Simulationen=39 (26 gültig) Zeit=00:01:03

Im Fenster „Fortschritt“ sind in der RISKOptimizer-Symbolleiste folgende Optionen verfügbar:

- **Excel-Aktualisierungsoptionen anzeigen**. Zeigt die Optionen an, über die die Excel-Anzeige **jede Simulation**, **bei jeder neuen besten Lösung** oder **niemals** aktualisiert werden kann. In einigen Situationen wird der Bildschirm allerdings ganz unabhängig von diesen Einstellungen aktualisiert, z. B. wenn die Optimierung irgendwie angehalten wurde.

- **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm anzeigen**. Zeigt das vollständige Fenster „RISKOptimizer-Überwachungsprogramm“ an.

- **Ausführen.** Bei Klicken auf dieses Symbol beginnt RISKOptimizer mit der Suche nach einer Lösung, und zwar auf Basis der aktuellen Beschreibung im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“. Wenn Sie RISKOptimizer pausieren lassen, können Sie trotzdem noch auf das Symbol für „Ausführen“ klicken, um die Suche nach besseren Lösungen fortzusetzen.

- **Pausieren.** Falls Sie den RISKOptimizer-Prozess pausieren lassen möchten, brauchen Sie nur auf das Symbol für „Pausieren“ klicken, um den RISKOptimizer-Prozess vorübergehend zu „fixieren“. Während des Pausierens möchten Sie vielleicht das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm öffnen und erkunden sowie Parameter ändern, die gesamte Population begutachten, einen Statusbericht anzeigen oder ein Diagramm kopieren.

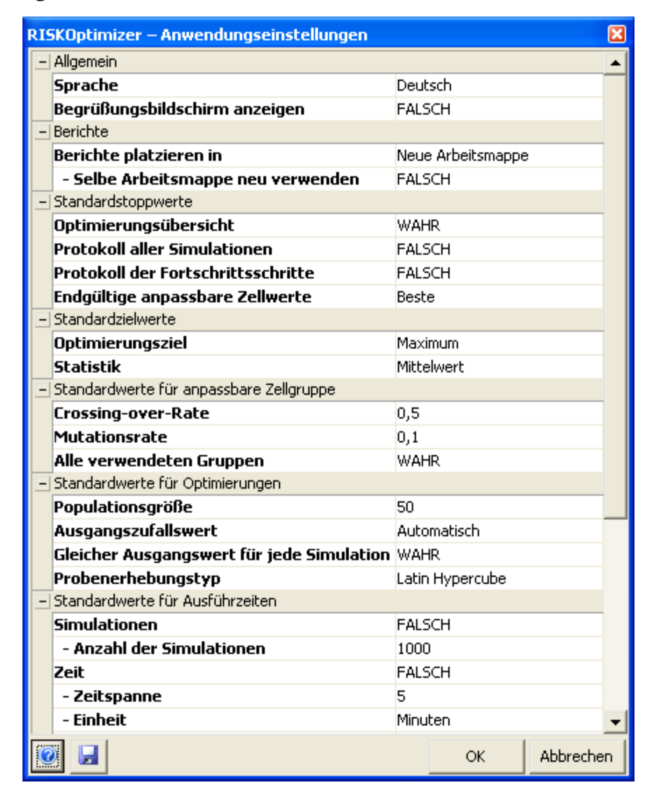
- **Stop.** Hält die Optimierung an.

Befehle im Menü „Dienstprogramme“

Befehl „Anwendungseinstellungen“

Zeigt das Dialogfeld „Anwendungseinstellungen“ an, in dem Programmstandardwerte festgelegt werden können

Es kann eine Vielzahl von RISKOptimizer-Einstellungen auf Standardwerte festgelegt werden, die dann bei jeder Ausführung von RISKOptimizer automatisch verwendet werden. Das schließt u. a. standardmäßige Anhalte-, Crossover- und Mutationsraten-Einstellungen mit ein.

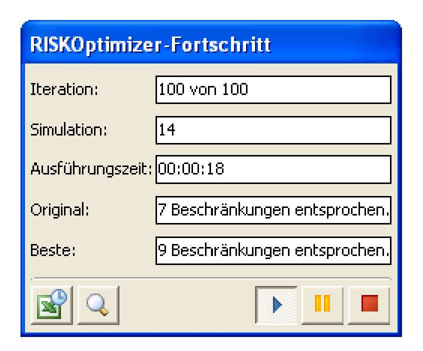


Befehl „Beschränkungs-Solver“

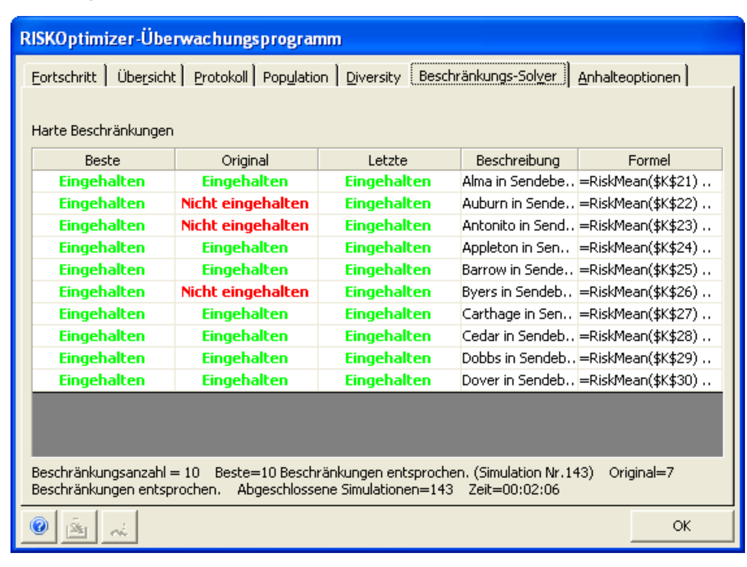
Durch diesen Befehl wird der Beschränkungs-Solver ausgeführt.

Der Beschränkungs-Solver ermöglicht RISKOptimizer, besser mit Modellbeschränkungen fertig zu werden. Bei Ausführung einer Optimierung wird in RISKOptimizer davon ausgegangen, dass die anpassbaren Originalzellwerte allen harten Beschränkungen entsprechen, d. h., dass die ursprüngliche Lösung auch gültig ist. Sollte das nicht der Fall sein, muss der Algorithmus u. U. sehr viele Simulierungen ausführen, bevor die erste gültige Lösung gefunden wird. Wenn ein Modell jedoch mehrere Beschränkungen enthält, ist es vielleicht nicht klar zu sehen, welche anpassbaren Zellwerte mit allen Beschränkungen übereinstimmen.

Wenn das RISKOptimizer-Modell mehrere harte Beschränkungen enthält und die Optimierungen fehlschlagen, weil alle Lösungen ungültig sind, erhalten Sie eine entsprechende Meldung, damit der Beschränkungs-Solver ausgeführt werden kann. Der Beschränkungs-Solver führt Optimierungen in einem speziellen Modus aus, um nach einer Lösung zu suchen, die allen harten Beschränkungen entspricht. Dem Benutzer wird der Fortschritt in der Optimierung genauso angezeigt, wie das bei normalen Optimierungen der Fall ist. Im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** wird die Anzahl der Beschränkungen angezeigt, die in der Original- und der besten Lösung eingehalten werden.



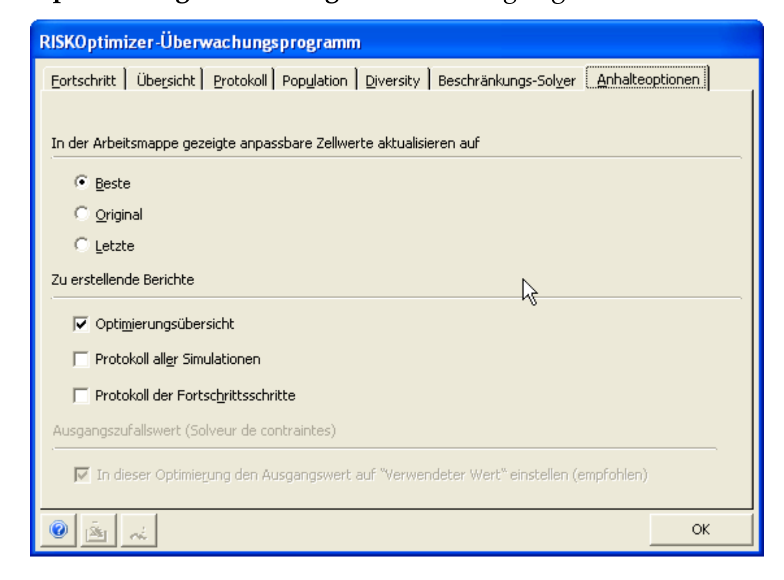
Über eine Schaltfläche im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** kann der Benutzer auf das **RISKOptimizer-Überwachungsprogramm** umschalten. Im Modus **Beschränkungs-Solver** sind die Einzelheiten des Fortschritts in der Optimierung genauso wie bei Optimierungen im Normalmodus zu sehen, und zwar auf den Registerkarten **Fortschritt, Übersicht**, **Protokoll, Population** und **Diversity.** Im Modus **Beschränkungs-Solver** enthält das Überwachungsprogramm die zusätzliche Registerkarte **Beschränkungs-Solver**. Auf dieser Registerkarte ist der Status (**Eingehalten** oder **Nicht eingehalten**) der einzelnen harten Beschränkungen für die **Beste, Original** und **Letzte** Lösung zu sehen.



Im Beschränkungs-Solver wird die Optimierung automatisch angehalten, sobald eine Lösung gefunden wird, die allen harten Beschränkungen entspricht. Die Optimierung kann aber auch im Fenster **RISKOptimizer-Fortschritt** oder im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm durch Klicken auf eine Schaltfläche angehalten werden. Nach Ausführung des Beschränkungs-Solvers können Sie auf der Registerkarte **Anhalteoptionen** des RISKOptimizer-Überwachungsprogramms genau wie bei Optimierungen im Normalmodus die **Beste**, **Original** oder **Letzte** Lösung wählen.

Der Beschränkungs-Solver braucht vor Ausführung nicht erst eingerichtet werden, da er die im Modell angegebenen Einstellungen verwendet. Nur das Optimierungsziel wird geändert: das neue Ziel besteht darin, eine Lösung zu finden, die allen harten Beschränkungen entspricht.

Auf der Registerkarte **Anhalteoptionen** befindet sich die zusätzliche Option **In dieser Optimierung den Ausgangswert auf „Verwendeter Wert" einstellen (empfohlen).** Diese Option ist bei nicht festgelegtem Ausgangszufallswert zu empfehlen, da dann die Beschränkungen, die im Beschränkungs-Solver eingehalten wurden, evtl. im Normalmodus nicht mehr eingehalten werden, selbst wenn die anpassbaren Zellwerte dieselben sind. Das hängt damit zusammen, dass die Simulationsergebnisse vom Ausgangswert abhängen. Diese Option ist abgeblendet, wenn der Ausgangswert vor Ausführung der Optimierung im Beschränkungs-Solver im Dialogfeld **Optimierungseinstellungen** bereits festgelegt wurde.



RISKOptimizer-Überwachungsprogramm

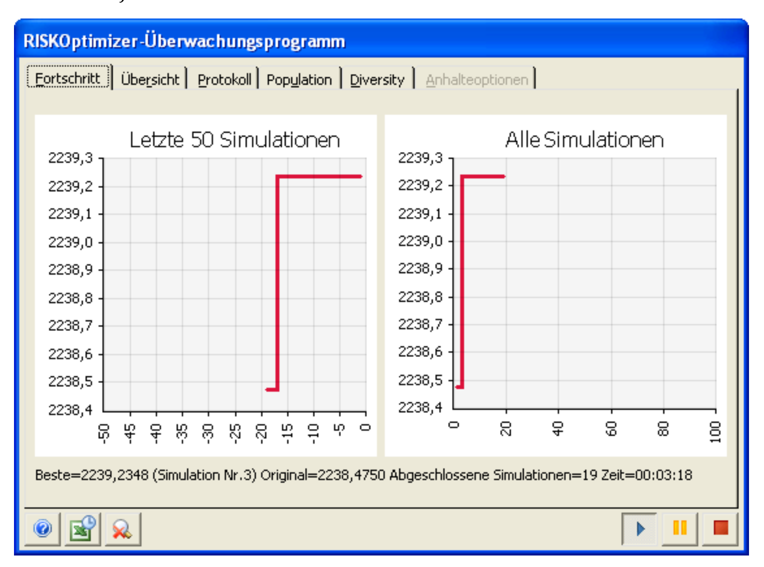
Wenn Sie im Fenster „RISKOptimizer-Fortschritt“ auf das Lupensymbol klicken, wird das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm angezeigt. Dieses Programm reguliert und berichtet über sämtliche RISKOptimizer-Aktivitäten.

Vom Überwachungsprogramm aus können Sie Parameter ändern und auch den Fortschritt der Optimierung analysieren. Ferner haben Sie die Möglichkeit, unten im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm in der Statusleiste Echtzeit-Informationen über das Problem sowie auch Informationen über den Fortschritt in RISKOptimizer anzeigen zu lassen.

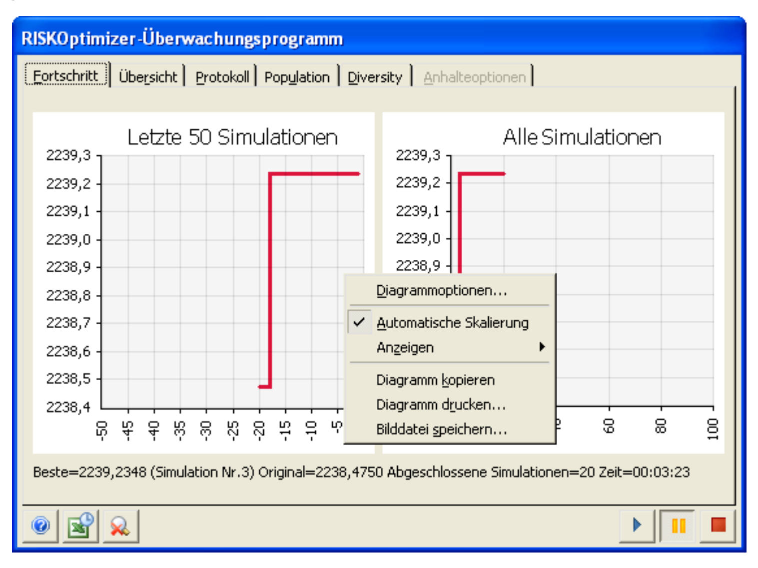
RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Fortschritt“

Zeigt die Fortschrittsdiagramme für den Zielzellenwert an

Über die Registerkarte **Fortschritt** kann in RISKOptimizer grafisch dargestellt werden, wie sich die Ergebnisse für die ausgewählte Zielzelle mit jeder Simulation ändern.

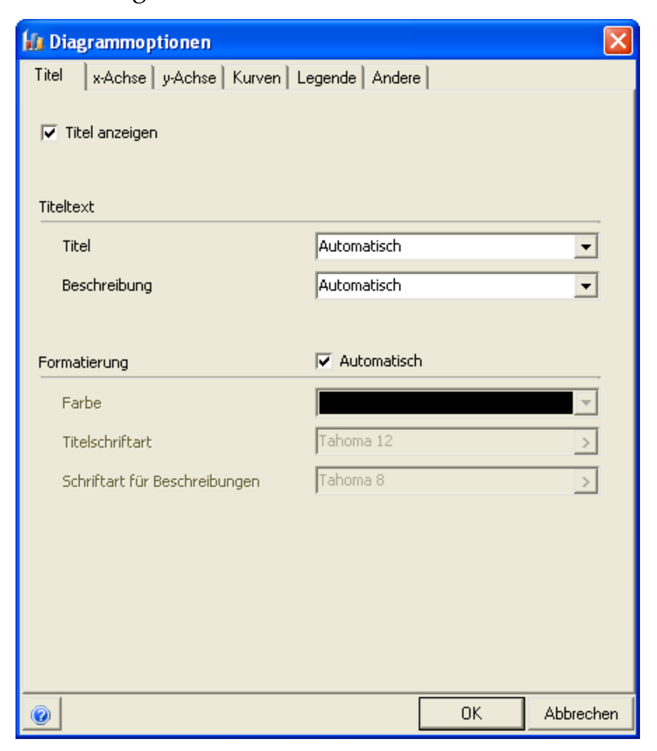


In den Fortschrittsdiagrammen ist die Anzahl der ausgeführten Simulationen auf der x-Achse und der Zielzellenwert auf der y-Achse zu sehen. Fortschrittsdiagramme können neu skaliert werden, indem Sie auf die Achsenbegrenzungen klicken und die Achse auf den neuen Skalierungswert ziehen. Sie können aber auch mit der rechten Maustaste auf das Diagramm **Fortschritt** klicken, um das Dialogfeld **Diagrammoptionen** anzeigen zu lassen, in dem es möglich ist, die Diagramme noch weiter anzupassen.



Dialogfeld „Diagramm-optionen"

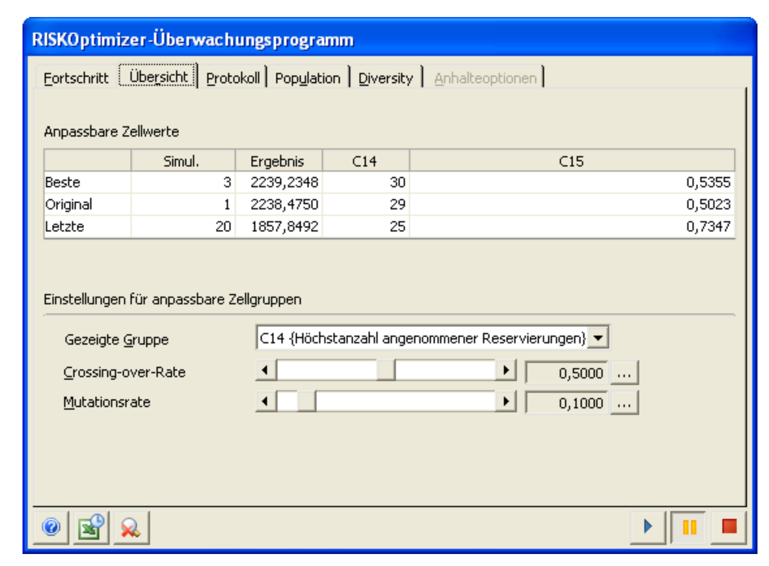
Im Dialogfeld „Diagrammoptionen" sind die Einstellungen zu sehen, die im angezeigten Diagramm für Titel, Legenden, Skalierung und Schriftart zuständig sind.



RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Übersicht“

Zeigt Einzelheiten der anpassbaren Zellwerte an

Im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm kann über die Registerkarte **Übersicht** eine Übersichtstabelle der während der Optimierung getesteten anpassbaren Zellwerte angezeigt werden, und zwar zusammen mit Tools zur Anpassung der Crossing-over- und Mutationsrate für die einzelnen anpassbaren Zellgruppen im Modell.



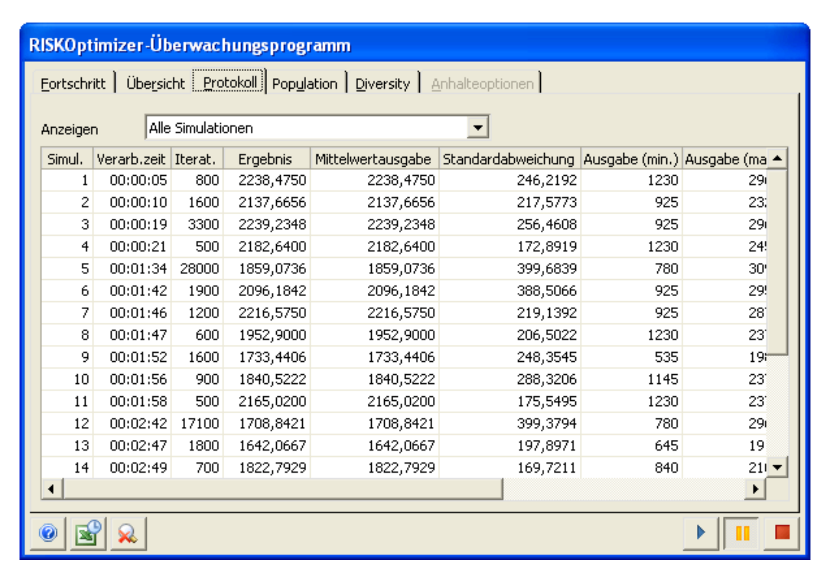
Die Einstellungen für anpassbare Zellgruppen ermöglichen Ihnen, die Crossing-over- und die Mutationsrate des gentechnischen Algorithmus zu ändern, während am Problem gearbeitet wird. Alle hier vorgenommenen Änderungen setzen die ursprünglichen Einstellungen dieser Parameter außer Kraft und wirken sich sofort auf die Population (oder auf die Gruppe von angepassten Zellen) aus, die im Feld **Gezeigte Gruppe** ausgewählt wurde.

Es ist fast immer zu empfehlen, die standardmäßige Crossing-over-Rate von 0,5 zu verwenden. Für Mutation kann die Rate in vielen Modellen so hoch wie 0,4 eingestellt werden, wenn Sie nach der besten Lösung suchen und bereit sind, etwas länger darauf zu warten. Wenn die Mutationsrate auf das Maximum von 1 eingestellt wird, ergibt das reine Zufallswerte, da RISKOptimizer die Mutation nach dem Crossover ausführt. Das bedeutet, dass nachdem aus der Kreuzung der beiden Vorgängerlösungen eine Nachfolgelösung entstanden ist, 100% der „Genen“ dieser Lösung reine Zufallswerte generieren und dadurch das Crossover vollkommen bedeutungslos wird (weitere Informationen hierüber sind im Index unter „Crossing-over-Rate, Zweck“ und „Mutationsrate, Zweck“ zu finden).

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Protokoll“

Zeigt während der Optimierung ein Protokoll über die einzelnen Simulationen an

Über die Registerkarte **Protokoll** kann im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm während der Optimierung eine Übersichtstabelle über die einzelnen Simulationen angezeigt werden. In diesem Protokoll sind die Ergebnisse für die Zielzelle, die einzelnen anpassbaren Zellen und für die eingegebenen Beschränkungen zu finden. Dieses Protokoll ist nur verfügbar, wenn auf der Registerkarte **Ansicht** des Dialogfelds **Optimierungseinstellungen** die Option **Protokoll aller Simulationen beibehalten** aktiviert wurde.



Durch die Optionen unter Anzeigen kann ausgewählt werden, ob ein Protokoll **aller Simulationen** oder nur ein Protokoll der Simulationen angezeigt werden soll, in denen ein **Fortschritt** erzielt wurde (d. h. bei denen sich das Optimierungsergebnis verbesserte). In diesem Protokoll ist Folgendes zu sehen:

1) **Verarb.zeit,** d. h. die Zeit, die seit Beginn der Simulation verstrichen ist

2) **Iterat.,** d. h. die Anzahl der ausgeführten Iterationen

3) **Ergebnis,** d. h. der Wert der zu maximierenden oder minimierenden Zielzellenstatistik, einschließlich der Strafpunktwerte für nicht eingehaltene weiche Beschränkungen

4) **Mittelwertausgabe**, **Standardabweichung**, **Ausgabe (min**.) und **Ausgabe (max.)**, d. h. die Statistiken für die Wahrscheinlichkeitsverteilung der berechneten Zielzelle.

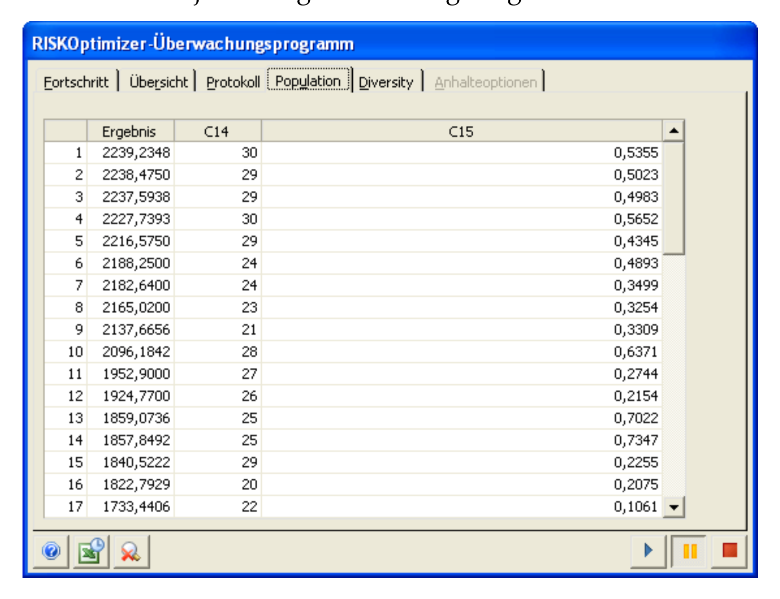
5) **Eingabespalten**, d. h. die für die angepassten Zellen verwendeten Werte

6) **Beschränkungsspalten**, d. h. Spalten, in denen angezeigt wird, ob die Beschränkungen eingehalten wurden

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Population“

Listet alle Variablen der einzelnen Organismen (d. h. jeder möglichen Lösung) in der aktuellen Population auf

Die Populationstabelle ist ein Raster, in dem alle Variablen für jeden Organismus (d. h. für jede mögliche Lösung) in der aktuellen Population aufgelistet werden. Diese Organismen („Org *n*“) sind rangmäßig angeordnet, und zwar vom ungeeignetsten bis zum geeignetsten oder besten. Da in dieser Tabelle alle Organismen in der Population aufgelistet sind, wird durch die Einstellung „Populations-Größe“ im Dialogfeld „RISKOptimizer-Einstellungen“ festgelegt, wie viele Organismen hier zu sehen sind (standardmäßig sind es 50). Außerdem wird in der ersten Spalte der Tabelle der sich ergebende Zielzellenwert für jeden Organismus angezeigt.

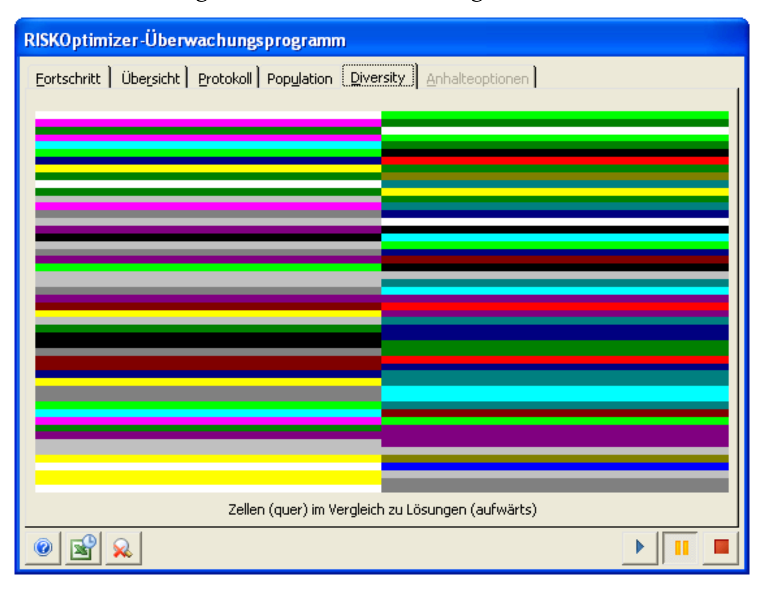


	Ergebnis	C14	C15
1	2239,2348	30	0,5355
2	2238,4750	29	0,5023
3	2237,5938	29	0,4983
4	2227,7393	30	0,5652
5	2216,5750	29	0,4345
6	2188,2500	24	0,4893
7	2182,6400	24	0,3499
8	2165,0200	23	0,3254
9	2137,6656	21	0,3309
10	2096,1842	28	0,6371
11	1952,9000	27	0,2744
12	1924,7700	26	0,2154
13	1859,0736	25	0,7022
14	1857,8492	25	0,7347
15	1840,5222	29	0,2255
16	1822,7929	20	0,2075
17	1733,4406	22	0,1061

RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Diversity“

Zeigt ein Farbdiagramm aller Variablen in der aktuellen Population an

Über das Diagramm auf der Registerkarte **Diversity** werden den anpassbaren Zellen gewisse Farben zugewiesen, und zwar je nachdem, wie viel der Wert einer bestimmten Zelle sich über die derzeit im Speicher befindlichen Lösungen hinweg verändert hat. (Gemäß gentechnischer Optimierungsterminologie ist dies ein Anzeichen der Vielfalt oder Verschiedenheit im Genpool.) Jeder senkrechter Balken im Diagramm entspricht einer anpassbaren Zelle. Horizontale Streifen in den einzelnen Balken stellen die Werte der betreffenden anpassbaren Zelle in verschiedenen Lösungen dar. Die Farben der Streifen werden dadurch zugewiesen, dass der Bereich zwischen dem Minimal- und dem Maximalwert einer bestimmten anpassbaren Zelle in 16 gleich lange Intervalle unterteilt wird, die jeweils durch eine andere Farbe dargestellt werden. Wenn z. B. im Bild der vertikale Balken, der die zweite anpassbare Zelle darstellt, ganz einfarbig ist, bedeutet das, dass die Zelle in allen im Speicher befindlichen Lösungen denselben Wert zeigt.

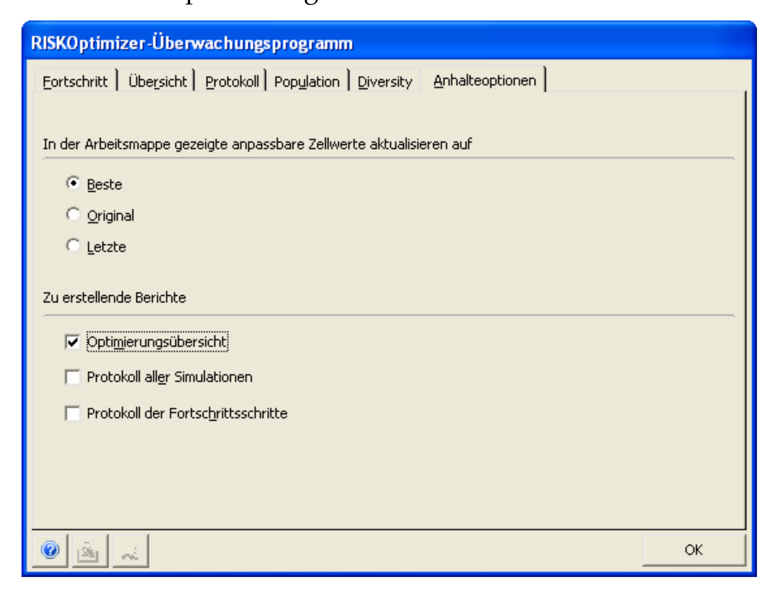


RISKOptimizer-Überwachungsprogramm – Registerkarte „Anhalteoptionen“

Zeigt die Anhalteoptionen für die Optimierung an

Wenn Sie auf **Stop** klicken, wird im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm die Registerkarte **Anhalteoptionen** angezeigt. Das schließt auch die Optionen ein, die zur Aktualisierung des Arbeitsblattes mit den besten berechneten Werten für anpassbare Zellen verfügbar sind, sowie auch die Optionen zur Wiederherstellung von Originalwerten und Erstellung eines Optimierungsübersichtsberichts.

Durch Klicken auf OK wird die RISKOptimizer-Lösungspopulation gelöscht und werden dann die ausgewählten Werte in der Kalkulationstabelle platziert. Wenn Sie die Informationen über die RISKOptimizer-Sitzung (einschließlich Populationswerte sowie Zeitpunkt und Anzahl der Probesimulationen) speichern möchten, müssen Sie den Optimierungsübersichtsbericht erstellen.

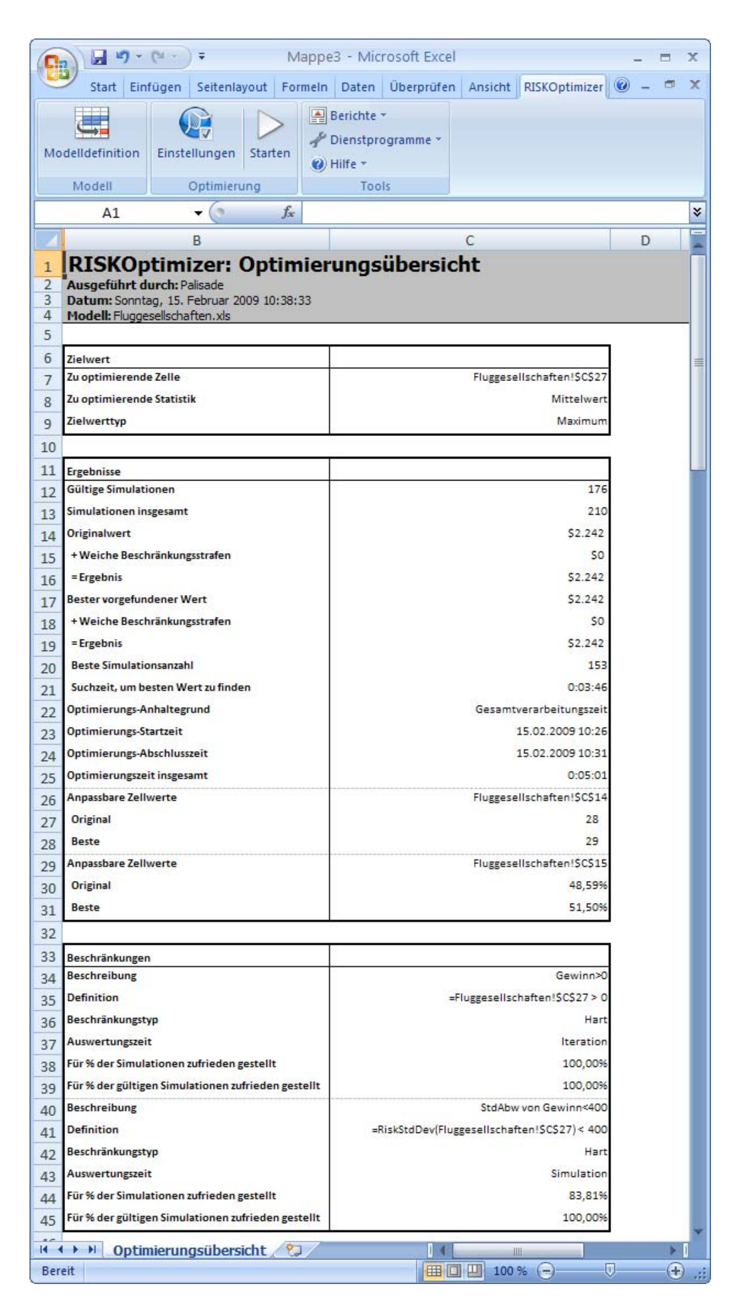


Dieses Dialogfeld wird auch angezeigt, wenn einer der benutzerdefinierten Anhaltebedingungen entsprochen wurde (angegebene Anzahl von Versuchen wurde ausgewertet, angegebene Minuten sind abgelaufen usw.). Die Stopp-Warnung bietet drei Optionen, in der Kalkulationstabelle die anpassbaren Zellwerte zu aktualisieren: **Beste, Original** und **Letzte.**

- **Beste.** Bei dieser Option werden die RISKOptimizer-Ergebnisse übernommen und wird die Suche nach besseren Lösungen beendet. Wenn Sie diese Option wählen, wird das durch RISKOptimizer gefundene beste Szenario in die anpassbare Zelle der Kalkulationstabelle eingefügt.
- **Original**. Durch diese Option werden die anpassbaren Zellen auf die Originalwerte zurückgesetzt, die vor Ausführung von RISKOptimizer vorhanden waren, und wird dann durch RISKOptimizer die Suche nach besseren Lösungen beendet.
- **Letzte.** Bei dieser Option werden durch RISKOptimizer die in der Optimierung zuletzt berechneten Werte im Arbeitsblatt platziert. Die Option **Zuletzt berechnete Werte** ist besonders bei der Fehlersuche in Modellen sehr nützlich.

Durch die Optionen unter **Zu erstellende Berichte** können Optimierungsübersichts-Arbeitsblätter für Berichte über Ausführungsergebnisse erstellt werden. Auch können diese Arbeitsblätter zum Vergleichen von Simulationsergebnissen verwendet werden. Folgende Berichtsoptionen sind verfügbar:

- **Optimierungsübersicht.** Dieser Übersichtsbericht enthält Informationen, wie z. B. Datum und Urzeit der Ausführung, die verwendeten Optimierungseinstellungen, den für die Zielzelle berechneten Wert und den Wert der einzelnen anpassbaren Zellen.



RISKOptimizer: Optimierungsübersicht
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Sonntag, 15. Februar 2009 10:38:33
Modell: Fluggesellschaften.xls

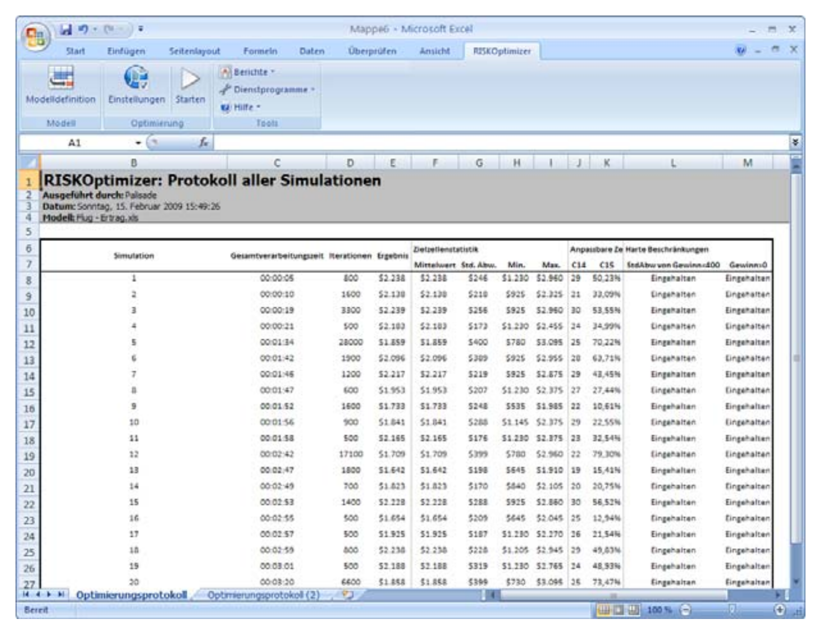
Zielwert	
Zu optimierende Zelle	Fluggesellschaften!$C$27
Zu optimierende Statistik	Mittelwert
Zielwerttyp	Maximum

Ergebnisse	
Gültige Simulationen	176
Simulationen insgesamt	210
Originalwert	$2.242
+ Weiche Beschränkungsstrafen	$0
= Ergebnis	$2.242
Bester vorgefundener Wert	$2.242
+ Weiche Beschränkungsstrafen	$0
= Ergebnis	$2.242
Beste Simulationsanzahl	153
Suchzeit, um besten Wert zu finden	0:03:46
Optimierungs-Anhaltegrund	Gesamtverarbeitungszeit
Optimierungs-Startzeit	15.02.2009 10:26
Optimierungs-Abschlusszeit	15.02.2009 10:31
Optimierungszeit insgesamt	0:05:01
Anpassbare Zellwerte	Fluggesellschaften!$C$14
Original	28
Beste	29
Anpassbare Zellwerte	Fluggesellschaften!$C$15
Original	48,59%
Beste	51,50%

Beschränkungen	
Beschreibung	Gewinn>0
Definition	=Fluggesellschaften!$C$27 > 0
Beschränkungstyp	Hart
Auswertungszeit	Iteration
Für % der Simulationen zufrieden gestellt	100,00%
Für % der gültigen Simulationen zufrieden gestellt	100,00%
Beschreibung	StdAbw von Gewinn<400
Definition	=RiskStdDev(Fluggesellschaften!$C$27) < 400
Beschränkungstyp	Hart
Auswertungszeit	Simulation
Für % der Simulationen zufrieden gestellt	83,81%
Für % der gültigen Simulationen zufrieden gestellt	100,00%

Dieser Bericht kann dazu verwendet werden, die Ergebnisse von aufeinander folgenden Optimierungen zu vergleichen.

- **Protokoll aller Simulationen.** In diesem Bericht sind die Ergebnisse aller ausgeführten Probesimulationen zu sehen.



RISKOptimizer: Protokoll aller Simulationen
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Sonntag, 15. Februar 2009 15:49:26
Modell: Flug - Ertrag.xls

Simulation	Gesamtverarbeitungszeit	Iterationen	Ergebnis	Zielzellenstatistik				Anpassbare Ze		Harte Beschränkungen	
				Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	C14	C15	StdAbw von Gewinn<400	Gewinn>0
1	00:00:05	800	$2.238	$2.238	$246	$1.230	$2.960	29	50,23%	Eingehalten	Eingehalten
2	00:00:10	1600	$2.138	$2.138	$218	$925	$2.325	21	33,09%	Eingehalten	Eingehalten
3	00:00:19	3300	$2.239	$2.239	$256	$925	$2.960	30	53,55%	Eingehalten	Eingehalten
4	00:00:21	500	$2.183	$2.183	$173	$1.230	$2.455	24	34,99%	Eingehalten	Eingehalten
5	00:01:34	28000	$1.859	$1.859	$400	$780	$3.095	25	70,22%	Eingehalten	Eingehalten
6	00:01:42	1900	$2.096	$2.096	$309	$925	$2.955	28	63,71%	Eingehalten	Eingehalten
7	00:01:46	1200	$2.217	$2.217	$219	$925	$2.875	29	43,45%	Eingehalten	Eingehalten
8	00:01:47	600	$1.953	$1.953	$207	$1.230	$2.375	27	27,44%	Eingehalten	Eingehalten
9	00:01:52	1600	$1.733	$1.733	$248	$535	$1.985	22	10,61%	Eingehalten	Eingehalten
10	00:01:56	900	$1.841	$1.841	$288	$1.145	$2.375	29	22,55%	Eingehalten	Eingehalten
11	00:01:58	500	$2.165	$2.165	$176	$1.230	$2.375	23	32,54%	Eingehalten	Eingehalten
12	00:02:42	17100	$1.709	$1.709	$399	$780	$2.960	22	79,30%	Eingehalten	Eingehalten
13	00:02:47	1800	$1.642	$1.642	$198	$645	$1.910	19	15,41%	Eingehalten	Eingehalten
14	00:02:49	700	$1.823	$1.823	$170	$840	$2.105	20	20,75%	Eingehalten	Eingehalten
15	00:02:53	1400	$2.228	$2.228	$288	$925	$2.880	30	56,52%	Eingehalten	Eingehalten
16	00:02:55	500	$1.654	$1.654	$209	$645	$2.045	25	12,94%	Eingehalten	Eingehalten
17	00:02:57	500	$1.925	$1.925	$187	$1.230	$2.270	26	21,54%	Eingehalten	Eingehalten
18	00:02:59	800	$2.238	$2.238	$228	$1.205	$2.945	29	49,83%	Eingehalten	Eingehalten
19	00:03:01	500	$2.188	$2.188	$319	$1.230	$2.765	24	48,93%	Eingehalten	Eingehalten
20	00:03:20	6600	$1.858	$1.858	$399	$730	$3.096	25	73,47%	Eingehalten	Eingehalten

- **Protokoll der Fortschrittsschritte.** Dieser Bericht enthält die Ergebnisse aller das Ergebnis der Zielzelle verbessernden Probesimulationen.



RISKOptimizer: Protokoll der Fortschrittsschritte
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Sonntag, 15. Februar 2009 15:49:27
Modell: Flug - Ertrag.xls

Simulation	Gesamtverarbeitungszeit	Iterationen	Ergebnis	Zielzellenstatistik				Anpassbare Ze		Harte Beschränkungen	
				Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	C14	C15	StdAbw von Gewinn<400	Gewinn>0
1	00:00:05	800	$2.238	$2.238	$246	$1.230	$2.960	29	50,23%	Eingehalten	Eingehalten
3	00:00:19	3300	$2.239	$2.239	$256	$925	$2.960	30	53,55%	Eingehalten	Eingehalten

Kapitel 6: Optimierung

Einführung

RISKOptimizer vereinigt in sich die Optimierung und die Simulation, wodurch Sie selbst solche Probleme optimieren können, die unbestimmte Elemente enthalten. In den folgenden drei Kapiteln dieses Handbuchs finden Sie Hintergrundinformationen über die in RISKOptimizer verwendete Analytik, einschließlich 1) Optimierung, 2) gentechnische Algorithmen und 3) Simulation.

Optimierungsmethoden

Bei den üblichen, in Excel mithilfe des Optimierungs-Add-In **Solver** oder **Evolver** analysierten Optimierungsproblemen handelt es sich meistens um folgende:

- eine Ausgabe- oder Zielzelle, die minimiert oder maximiert werden soll
- einen Satz von Eingabezellen oder anpassbaren Zellen, deren Werte gesteuert werden können
- einen Satz von Beschränkungen, die eingehalten werden müssen und oft durch Ausdrücke wie KOSTEN<100 oder A11>=0 angegeben werden

Während einer Optimierung in Solver oder Evolver werden die anpassbaren Zellen innerhalb der von Ihnen angegebenen, zulässigen Bereiche geändert. Das Modell wird für jeden Satz von möglichen anpassbaren Zellen neu berechnet und somit ein neuer Wert für die Zielzelle generiert. Bei Abschluss der Optimierung ergibt sich auf diese Weise eine optimale Lösung (oder Kombination von anpassbaren Zellwerten). Diese Lösung stellt eine Kombination der anpassbaren Zellwerte dar, die den besten Wert (d. h. den Minimal- oder Maximalwert) für die Zielzelle ergibt und gleichzeitig auch den eingegebenen Beschränkungen entspricht.

Einige Optimierungsprobleme sind viel schwieriger als andere zu lösen. Bei sehr schwierigen Problemen, wie z. B. bei einem Excel-Modell, um die kürzeste Strecke zwischen 1000 Orten zu finden, ist es nicht möglich, alle etwaigen Lösungen zu untersuchen. Solche Methode würde selbst auf den schnellsten Computern mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Um solche Probleme zu lösen, muss eine Untermenge aller möglichen Lösungen durchsucht werden. Durch Untersuchung dieser Lösungen kann am besten festgestellt werden, wie bessere Lösungen gefunden werden können. Und das wird durch einen *Algorithmus* erreicht. Ein Algorithmus ist einfach eine Schritt-für-Schritt-Beschreibung, wie ein Problem gelöst werden kann. Alle Computerprogramme werden z. B. durch Kombination vieler Algorithmen entwickelt.

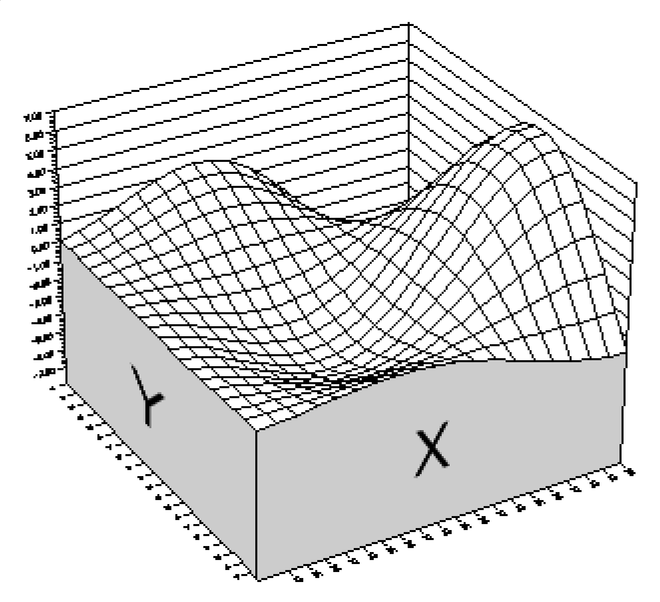
Wir beginnen damit, zu untersuchen, wie ein Problem durch die meisten problemlösenden Algorithmen dargestellt wird. Die meisten Probleme können in drei elementare Komponenten zerlegt werden: Eingaben, irgendeine Funktion und eine sich daraus ergebende Ausgabe.

	Suche nach:	bei dieser:	nach dem besten:
Komponenten des Problems	Eingaben	Funktion	Ausgabe
Optimierung in Excel	Variablen	Modell	Zielwert

Angenommen, das Optimierungsproblem enthält zwei Variablen, nämlich X und Y. Wenn in einer Gleichung ausgedrückt, ergeben diese beiden Variablen das Ergebnis =Z. Unser Problem besteht darin, den Wert für X und Y zu finden, der den höchsten Z-Wert ergibt. Man kann sich Z wie eine „Bewertung“ darüber vorstellen, wie gut irgendeine XY-Paarung ist.

	Suche nach:	bei dieser:	nach dem besten:
In diesem Beispiel	X und Y	Gleichung	Z

Ein Diagramm eines jeden X- und Y-Satzes sowie des daraus entstehenden Z-Satzes würde ein dreidimensionales Oberflächendiagramm ergeben, wie in der nachstehenden Abbildung gezeigt.



Eine „Landschaft“ möglicher Szenarien oder Lösungen.

Jeder Schnittpunkt von einem x- und einem y-Wert ergibt eine z-Höhe. Die Höhen und Tiefen in dieser „Landschaft“ stellen die guten bzw. nicht so guten Lösungen dar. Das Suchen nach dem Maximum oder dem höchsten Punkt dieser Funktion, und zwar durch Untersuchung jeder Lösung, würde selbst bei dem leistungsstärksten Computer und dem schnellsten Programm viel zu viel Zeit in Anspruch nehmen.[*] Es ist dabei zu berücksichtigen, dass wir Excel nur die eigentliche Funktion und kein Diagramm davon zur Verfügung stellen. Auch könnten wir es genauso gut mit einem 200-dimensionalen wie mit diesem zweidimensionalen Problem zu tun haben. Wir benötigen daher eine Methode, die uns trotz weniger Berechnungen maximale Produktivität ermöglicht.

---

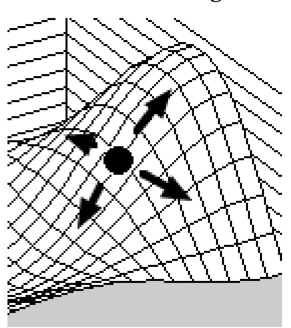
[*] In unserem Diagramm wird die Funktion als ebene Landschaft gezeigt. In den seltenen Fällen, in denen wir es mit einfachen, differenzierbaren Funktionen zu tun haben, ist es möglich, die Rechenart zu verwenden, um das Minimum und Maximum zu finden. Die meisten realistischen Probleme können jedoch nicht durch solche einfachen Funktionen beschrieben werden.

Hill-Climbers (Algorithmen mit selbstoptimierendem Lösungsansatz)

Als Nächstes wollen wir uns einen einfachen Algorithmus ansehen, der „Hill-Climber“ genannt wird. Hill-Climber ist ein Algorithmus, der praktisch nach folgendem Motto arbeitet:

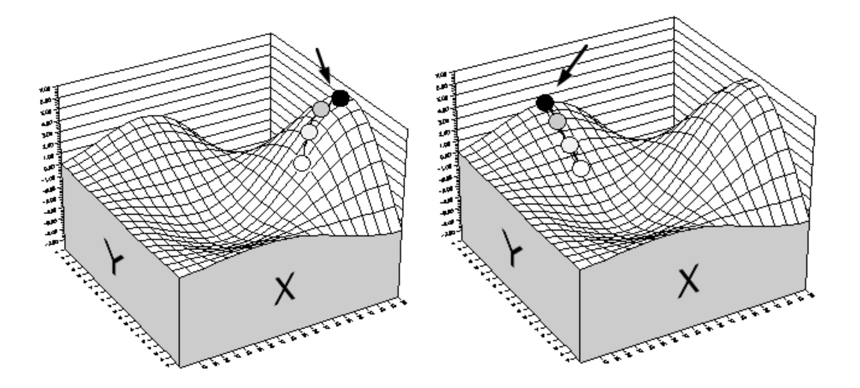
1) ***Irgendwo in der Landschaft starten (Zufallspunkt wählen)***
2) ***Kurzen Zufallsweg einschlagen (beliebige Richtung)***
3) ***Wenn dieser Weg zu einem neuen, höher liegenden Punkt führt, dort bleiben und dann Schritt 2 wiederholen. Falls der neue Punkt jedoch niedriger liegt, zurück zum Anfangspunkt gehen und erneut versuchen.***

Durch Hill-Climbing wird immer nur eine Lösung oder ein Szenario zur Zeit ausprobiert. Wir verwenden hier einen schwarzen Punkt (•), um eine mögliche Lösung (einen Satz von x-, y- und z-Werten) darzustellen. Wenn wir den Punkt an einem rein zufälligen Startpunkt platzieren, hoffen wir, dass er durch unsere Hill-Climbing-Methode auf den höchsten Punkt im Diagramm gebracht wird.



Aus dem vorstehenden Diagramm ist klar ersichtlich, dass der Punkt auf die rechts befindliche Erhöhung gebracht werden soll. Wir wissen dass jedoch nur, weil wir bereits die gesamte Landschaft gesehen haben. Bei Ausführung des Algorithmus sieht dieser nur die nächstliegende Umgebung, aber nicht die ganze Landschaft. Mit anderen Worten, *der Algorithmus kann zwar die Bäume, aber nicht den ganzen Wald sehen*.

Bei den meisten realitätsbezogenen Problemen ist die Landschaft aber nicht so eben und die Berechnung würde daher Jahre in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund berechnen wir nur das aktuelle und die nächstliegenden Szenarien. Angenommen, es handelt sich bei dem Punkt um einen Mann mit verbundenen Augen, der von sanft rollenden Hügeln umgeben ist. Bei Verwendung des Hill-Climbing-Algorithmus würde dieser Mann einen Schritt in jede Richtung machen und sich dann dorthin fortbewegen, wo er fühlt, dass es aufwärts geht. Dieser Mann würde erfolgreich seinen Weg nach oben finden und schließlich die Spitze des Hügels erreichen, wo der Boden unter seinen Füßen überall abwärts führen würde. Diese Methode scheint sehr einfach zu sein. Aber wird würden auf ein ernstes Problem stoßen, wenn der Mann an einer anderen Stelle starten und dadurch den falschen Hügel besteigen würde! (Siehe nachstehendes Diagramm).



Selbst bei einer Abgleichsfunktion kann das Hill-Climbing jedoch fehlschlagen, wenn von einer etwas anderen Position aus gestartet wird (siehe rechts).

Durch Hill-Climbing wird nur die am nächsten gelegene Hügelspitze oder das *lokale Maximum* gefunden. Wenn Ihr Problem sich daher in einer sehr unebenen und hügeligen Lösungslandschaft befindet, wie das bei den meisten realistischen Modellen der Fall ist, kann durch Hill-Climbing wahrscheinlich nicht der höchste oder sogar noch nicht einmal einer der höchsten Hügel gefunden werden.

Auch besteht bei Hill-Climbing noch ein anderen Problem: Wie können wir eigentlich das Gelände um unseren aktuellen Standort herum finden? Falls die Landschaft durch eine Abgleichsfunktion beschrieben wird, ist es vielleicht möglich, die Differentialrechnung zu verwenden, um die Richtung mit der steilsten Schräge zu finden. Wenn die Landschaft dagegen diskontinuierlich oder nicht differenzierbar ist (wie in realen Problemen oft der Fall), müssen wir die „Fitness“ der umliegenden Szenarien berechnen.

Angenommen, eine Bank stellt einen Sicherheitsbeamten ein, der die Bank von 9.00 – 17.00 Uhr bewachen soll, muss ihm aber zwei Arbeitspausen von je 30 Minuten gewähren. Unsere Aufgabe ist in diesem Fall, die optimalen Pausenzeiten zu finden, und zwar unter Berücksichtigung der generellen Regeln bezüglich Leistungs-/Ermüdungsverhältnis und des zeitlich unterschiedlichen Kundenstromes während des Tages. Vielleicht beginnen wir damit, verschiedene Kombinationen von Arbeitspausen auszuwerten. Falls wir derzeit mit einem Arbeitsplan arbeiten, bei dem die Arbeitspausen für 11.00 Uhr und 15.00 Uhr angesetzt sind, sollten wir vielleicht die Produktivität der umliegenden Szenarien berechnen:

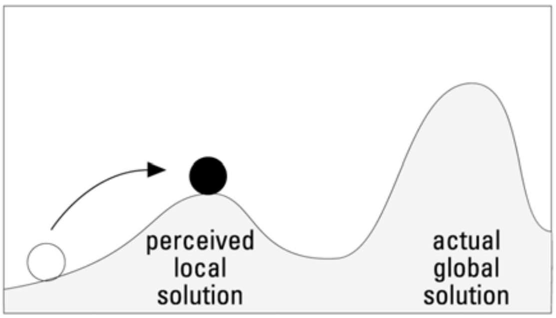
Richtung	Pause 1 (x)	Pause 2 (y)	Wertung (z)
Aktuelle Lösung	11.00 Uhr	15.00 Uhr	= 46.5
West-Szenario	10.45 Uhr	15.00 Uhr	= 44.67
Ost-Szenario	11.15 Uhr	15.00 Uhr	= 40.08
Nord-Szenario	11.00 Uhr	15.15 Uhr	= 49.227
Süd-Szenario	11.00 Uhr	14.45 Uhr	= 43.97

Falls wir drei anpassbare Zellen (Pausen) anstelle von zwei hätten, müssten wir acht verschiedene Richtungen berücksichtigen. In der Tat, wenn wir fünfzig Variablen hätten (was bei einem mittelgroßen Problem durchaus vorkommen kann), müssten wir die Produktivität für 2^{50}, oder mehr als eine Billiarde Szenarien berechnen… und nur für diesen einen Sicherheitsbeamten!!

Es können am Hill-Climbing aber Änderungen vorgenommen werden, um die Fähigkeit dieses Algorithmus zu verbessern, globale Maxima (d. h. die höchsten Hügel in der gesamten Landschaft) zu finden. Hill-Climbing ist am besten für unimodale Probleme zu verwenden. Aus diesem Grunde wird diese Technik in einigen Analysenprogrammen eingesetzt. Hill-Climbing ist jedoch nur sehr begrenzt für komplexe oder sehr umfangreiche Probleme von Nutzen.

Excel Solver

Excel enthält ein Optimierungs-Dienstprogramm, das ***Solver*** genannt wird. Solver kann zwei Arten von Problemen lösen: Lineare Probleme und einfache (nicht lineare) Probleme. Solver löst lineare Probleme durch eine lineare Programmier-Routine. Diese klassische mathematische Technik wird oft Simplex-Methode genannt und ermöglicht stets perfekte Antworten auf kleine, rein lineare Probleme. Genau wie die meisten anderen ***Baby-Solvers*** kann Microsoft Solver auch nicht lineare Probleme lösen, und zwar mittels ***Hill-Climbing-Routine*** (besonders mithilfe der GRG2-Routine). Eine Hill-Climbing-Routine beginnt mit den aktuellen variablen Werten, die dann langsam angepasst werden, bis die Ausgabe des Modell sich nicht weiter verbessert. Das bedeutet, dass Probleme mit mehr als einer möglichen Lösung durch Solver wahrscheinlich nicht sehr gut gelöst werden können, da Solver immer eine ***lokale*** Lösung ergibt und nicht zur ***globalen*** Lösung hinüber springen kann (siehe nachstehende Abbildung).



Landschaft der möglichen Lösungen.

Außerdem macht Solver erforderlich, dass die durch Ihr Modell dargestellte Funktion kontinuierlich ist. Das bedeutet, dass die Ausgabe sich bei Anpassung der Eingaben mühelos ändern sollte. Falls Ihr Modell Verweistabellen verwendet, störintensive Echtzeitdaten aus anderen Programmen erfasst, Zufallselemente enthält oder mit WENN-Funktionen arbeitet, wird es „sprunghaft“ und diskontinuierlich sein. Solver würde solch ein Problem nicht lösen können.

Solver kann auch nur 200 Variablen und Beschränkungen in Ihrem Modell handhaben. Bei einer größeren Anzahl ist eine leistungsstärkere Lösungstechnik erforderlich.

Problemarten

Gewöhnlich werden mehrere verschiedene Arten von Problemen optimiert.

Lineare Probleme

In linearen Problemen bestehen alle Ausgaben aus einfachen linearen Eingabefunktionen, wie z. B. in y=mx+b. Wenn in den Problemen nur einfache arithmetische Operatoren, wie z. B. Addition, Subtraktion und Excel-Funktionen wie TREND() und SCHÄTZER() verwendet werden, ist das ein Zeichen dafür, dass ausschließlich lineare Beziehungen zwischen den Variablen vorhanden sind.

Lineare Probleme sind seit Einführung von Computern und Entwicklung der Simplex-Methode durch George Dantzig verhältnismäßig einfach zu lösen. Ein einfaches lineares Problem kann am schnellsten und genauesten mithilfe eines linearen Programmierungs-Hilfsprogramm gelöst werden. Aus dem in Excel enthaltenen Solver-Programm kann ein lineares Programmierungs-Tool gemacht werden, wenn Sie das Kontrollkästchen „Lineares Modell übernehmen“ aktivieren.[*] Solver verwendet dann eine lineare Programmierungsroutine, um schnell eine perfekte Lösung zu finden. Falls Ihr Problem schlichtweg in linearer Form ausgedrückt werden kann, sollten Sie auf jeden Fall die lineare Programmierung verwenden. Leider können jedoch die meisten realen Probleme nicht linear beschrieben werden.

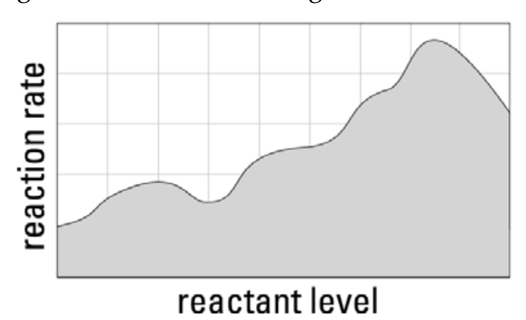
Nicht lineare Probleme

Angenommen, es kostet $5000, um 5000 Widgets herzustellen und auszuliefern. Würde es dann automatisch $1 kosten, um nur ein Widget herzustellen und auszuliefern? Wahrscheinlich nicht. Das Fließband in der Widget-Fertigungsanlage würde weiterhin Strom verbrauchen, die Schreibarbeit wäre wahrscheinlich die gleiche und müsste durch die verschiedenen Abteilungen gehandhabt werden, die Materialien würden weiterhin in größeren Mengen eingekauft, die Lkws würden genau so viel Benzin oder Dieselöl benötigen, um die Widgets auszuliefern und der Lastwagenfahrer würde weiterhin für den ganzen Tag bezahlt werden, ganz gleich, wie viele Widgets sich auf dem Lkw befinden. Die meisten Realprobleme enthalten keine Variablen, die auf einfachen linearen Beziehungen beruhen. Diese Probleme erfordern Multiplikation, Division, Exponenten und integrierte Excel-Funktionen, wie z. B. ORDNEN() und VARIATION(). Sobald die Variablen eine disproportionale Beziehung zueinander haben, stehen wir vor einem nicht linearen Problem.

---

[*] Weitere Einzelheiten zu dem Microsoft Solver-Programm sind im Excel-Benutzerhandbuch zu finden.

Ein gutes Beispiel für ein nicht lineares Problem ist die Verwaltung eines Herstellungsprozesses in einer chemischen Fertigungsanlage. Angenommen, einige chemische Ausgangsprodukte sollen vermischt werden, um ein chemisches Produkt zu erhalten. Die Stärke dieser Reaktion könnte vielleicht auf nicht lineare Weise von der Menge der verfügbaren Ausgangsprodukte abhängen. Es wird wahrscheinlich irgendwann ein Punkt erreicht, an dem der Katalysator gesättigt ist und zusätzliche Edukte nicht mehr wirkungsvoll sind. Folgendes Diagramm zeigt diesen Zusammenhang:

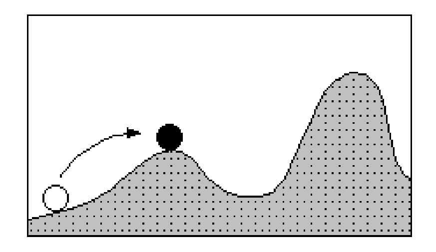


Falls wir nur nach der Minimalmenge an Reaktanz suchen, die uns die höchste Reaktionsgeschwindigkeit bringt, können wir an einem beliebigen Punkt auf dem Diagramm starten und dann der ansteigenden Kurve folgen, bis wir die Spitze erreichen. Diese Methode der Problemlösung nennt man Hill-Climbing.

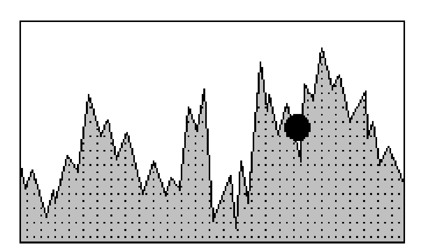
Durch Hill-Climbing kann immer die beste Antwort gefunden werden, wenn a) die untersuchte Funktion eine Abgleichsfunktion ist und b) die anfänglichen variablen Werte dafür sorgen, dass am Fuße des höchsten „Hügels“ begonnen wird. Wenn eine dieser Bedingungen nicht eingehalten wird, kann Hill-Climbing leicht nur zu einer lokalen und keiner globalen Lösung führen.

Hochgradig nicht lineare Probleme, die oft in der Praxis vorkommen, bieten viele mögliche Lösungen quer über eine komplizierte Landschaft hinweg. Wenn ein Problem viele Variablen enthält oder wenn die betreffenden Formel sehr stör- oder kurvenintensiv sind, ist Hill-Climbing wahrscheinlich nicht geeignet, das Problem zu lösen, selbst wenn Hunderte von verschiedenen Startpunkten ausprobiert werden. Wahrscheinlich wird nur eine nicht sehr optimale sowie sehr lokale Lösung gefunden (siehe nachstehende Abbildung).

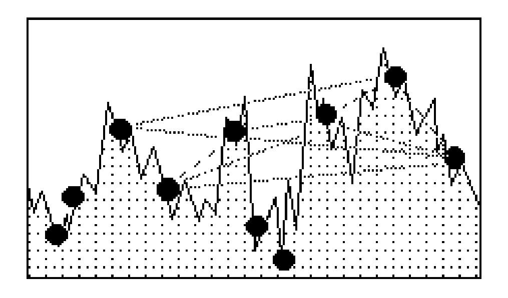
Durch Hill-Climbing wird das lokale, aber nicht das globale Maximum gefunden.



Störintensive Daten: Hill-Climbing ist bei solchen Daten nicht wirksam, selbst wenn mehrere Versuche unternommen werden.



RISKOptimizer und Evolver (die Quelle der genetischen, auf Algorithmus basierten Optimierungsmethode in RISKOptimizer) verwenden kein Hill-Climbing. Stattdessen verwenden sie eine stochastische, gelenkte Suchmethode, die auch gentechnischer Algorithmus genannt wird. Dadurch ist RISKOptimizer in der Lage, im Lösungsraum eines Problems viele Eingabewertkombinationen zu untersuchen, ohne dabei an einem lokalen Optimum hängenzubleiben. Außerdem können gute Szenarien in RISKOptimizer miteinander „kommunizieren", um wertvolle Informationen über die gesamte Lösungslandschaft zu sammeln. Diese Informationen werden dann dazu verwendet, besser abschätzen zu können, welche Szenarien wahrscheinlich erfolgreich sein werden.



RISKOptimizer generiert viele mögliche Szenarien und erweitert dann die Suche auf Basis des erhaltenen Feedbacks.

Tabellenbasierte Probleme

Für viele Probleme sind Verweistabellen und Datenbanken erforderlich. Um die Mengen der verschiedenen zu kaufenden Materialien auszuwählen, muss beispielsweise vielleicht der Preis für die verschiedenen Mengen nachgeschlagen werden.

Durch Tabellen und Datenbanken werden Probleme diskontinuierlich (uneben). Dadurch ist es dann für Hill-Climbers, wie z. B. Solver, recht kompliziert, optimale Lösungen zu finden. RISKOptimizer benötigt jedoch keine Kontinuität in den auszuwertenden Funktionen und kann daher gute Lösungen für tabellenbasierte Probleme finden, selbst für Probleme, in denen viele umfangreiche, untereinander zusammenhängende Tabellen verwendet werden.

Falls das Problem es erforderlich macht, Daten in einer Datenbank oder in einer Excel-Datentabelle nachzusehen, wo der Index des Tabellenpostens eine Variable oder Funktion einer Variablen ist, müssen Sie Evolver oder RISKOptimizer verwenden. Wenn Sie nur eine einzige Konstante in einer Tabelle nachsehen brauchen (d. h. wenn derselbe Datensatz aus der Tabelle abgerufen wird, ganz gleich, welche Werte die Eingabevariablen enthalten), können Sie wahrscheinlich das Solver-Programm wirksam einsetzen.

Kombinatorische Probleme

Es gibt eine umfangreiche Klasse von Problemen, die ganz anders als die bisher untersuchten numerischen Problemen sind. Probleme, bei denen für die Ausgaben die Reihenfolge der vorhandenen Eingabevariablen oder Untergruppierungen von Eingaben geändert werden müssen, werden kombinatorische Probleme genannt. Diese Probleme sind gewöhnlich sehr schwierig zu lösen, da für sie oft Exponentialzeit erforderlich ist. Mit anderen Worten, die zum Lösen eines Problems mit 4 Variablen erforderliche Zeit könnte evtl. durch 4 x 3 x 2 x 1 ausgedrückt werden. Wenn dann die Variablen auf 8 verdoppelt werden, erhöht sich dadurch die Lösungszeit auf 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1 oder um einen Faktor von 1680. Das heißt, die Anzahl der Variablen verdoppelt sich, aber die Anzahl der zu untersuchenden möglichen Lösungen erhöht sich gleich 1680-mal. Die Schlagmannaufstellung für ein Baseballteam stellt ein kombinatorisches Problem dar. Aus den 9 Spielern können Sie einen als den ersten Schlagmann auswählen. Aus den verbleibenden 8 Spielern muss dann der zweite Schlagmann, aus den übrigen 7 Spielern der dritte Schlagmann usw. ausgewählt werden. Es sind somit 9x8x7x6x5x4x3x2x1, d h. 9 faktorielle Möglichkeiten vorhanden, die Schlagmannaufstellung vorzunehmen. Das sind ungefähr 362.880 verschiedene Anordnungen. Wenn Sie dann die Anzahl der Spieler verdoppeln, erhalten Sie 18 faktorielle mögliche Aufstellungen oder insgesamt ***6.402.373.705.000.000*** mögliche Aufstellungen!

RISKOptimizer und der gentechnische Algorithmus von Evolver sind in der Lage, die möglichen Permutationen auf intelligente Weise zu durchsuchen. Das ist erheblich praktischer als das Durchsuchen *sämtlicher* Möglichkeiten und auch effizienter als das Untersuchen von rein zufälligen Permutationen. Unteranordnungen von guten Szenarien können beibehalten und dann zur Erstellung von noch besseren Szenarien verwendet werden.

Kapitel 7: Gentechnische Algorithmen

Einführung

In RISKOptimizer werden gentechnische Algorithmen dazu verwendet, nach optimalen Antworten für Simulationsmodelle zu suchen. Die hier verwendeten gentechnischen Algorithmen sind entsprechend angepasste Algorithmen aus dem Evolver, bei dem es sich um ein Optimierungs-Add-In von Palisade Corporation für das Excel-Programm handelt. Dieses Kapitel enthält Hintergrundinformationen über gentechnische Algorithmen, um Ihnen Einblicke in die Verwendung dieser Algorithmen zur Optimierung von Simulationsmodellen zu gewähren.

Entwicklung

Die ersten gentechnischen Algorithmen wurden zu Beginn der 1970er Jahre durch John Holland an der University of Michigan entwickelt. Holland war sehr beeindruckt von der Leichtigkeit, mit der biologische Systeme Aufgaben ausführen konnten, die selbst für die leistungsstärksten Supercomputer unmöglich waren: Tiere können beispielsweise fehlerlos Gegenstände erkennen, Geräusche wahrnehmen und deuten sowie ganz allgemein fast unverzüglich durch eine dynamische Umgebung navigieren.

Seit Jahrzehnten versuchen Wissenschaftler, diese Fähigkeiten in Maschinen zu replizieren, aber allmählich erkennen wir, wie schwierig diese Aufgabe ist. Die meisten Wissenschaftler sind sich darüber einig, dass komplexe biologische Systeme, die diese Fähigkeiten aufweisen, sich langsam dazu entwickelt haben.

Evolutionstheorie

Evolution, so die Theorie, hat Systeme mit enormen Fähigkeiten entwickelt, und zwar durch relativ einfache, sich selbst replizierende Bausteine sowie einige einfache Regeln.

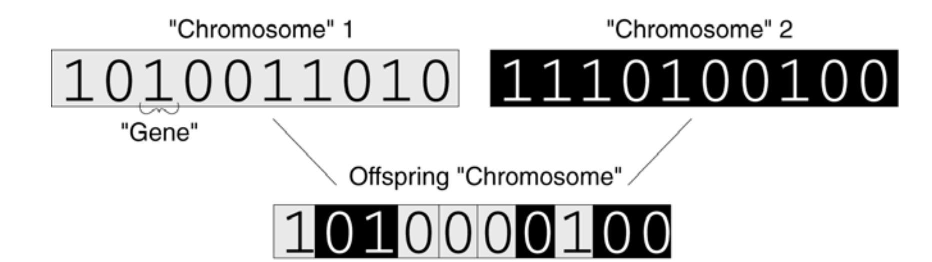
1) Evolution findet auf der Chromosom-Ebene statt. Der Organismus als solcher bildet sich nicht heraus, sondern dient nur als Gefäß zum Fortpflanzen der Genen. Es sind die Chromosomen, die sich bei jeder Neuanordnung der Genen dynamisch ändern.

2) Die Natur neigt dazu, bevorzugt Kopien von Chromosomen zu generieren, die einen fitteren oder gesünderen Organismus erzeugen. Bei einem langlebigen und gesunden Organismus ist es wahrscheinlicher, dass seine Genen durch Vermehrung an neue Generationen von Organismen weitergereicht werden. Dieses Prinzip wird oft als „natürliche Auslese“ oder „Selektion des Stärkeren“ des bezeichnet. In diesem Sinne ist „Stärkerer“ aber nur ein relativer Begriff. Ein Organismus braucht nur im Vergleich zu anderen Organismen in derselben Population stärker zu sein, um sich durchzusetzen.

3) In der Population muss die genetische Vielfalt beibehalten werden. In der Natur ereignen sich häufig scheinbar zufällige Mutationen, durch die Organismusvariationen erhalten bleiben. Diese genetischen Mutationen ergeben oft eine nützliche oder sogar überlebenswichtige Genenänderung in der Gattung. Bei einem breiteren Spektrum möglicher Kombinationen ist eine Population auch weniger anfällig in Bezug auf Krankheiten, wie z. B. Viren usw., die alle Organismen töten könnten, oder in Bezug auf andere Inzuchtprobleme.

Sobald wir die Evolution in diese grundlegenden Bausteine unterteilen, wird es leichter, diese Techniken auch auf die Rechenwelt anzuwenden und damit zu beginnen, natürlicher reagierende und funktionierende Maschinen in Angriff zu nehmen.

Holland begann, diese Evolutionseigenschaften auf einfache Zahlenfolgen anzuwenden, die Chromosomen darstellen sollten. Als Erstes kodierte er dieses Problem in Form von binären Zeichenfolgen (d. h. Zeilen von Einsen und Nullen), um die Chromosomen darzustellen, und generierte auf dem Computer viele dieser Bit-Zeichenfolgen, um eine ganze Population davon zu erzeugen. Dann programmierte er eine Fitnessfunktion, die in der Lage war, die einzelnen Bit-Strings auszuwerten und in Rangkorrelation zu bringen. Die als „am fittesten“ betrachteten Strings tauschten anschließend Daten mit anderen Strings aus, und zwar durch Kreuzungs- oder „Crossover“-Routinen, um Nachwuchs-Bit-Strings zu generieren. Holland wandte sogar einen „Mutations-Operator“ auf seine digitalen Chromosomen an, um die sich daraus ergebenden Nachwuchschromosomen mit einem gewissen Zufallsfaktor zu versehen und somit die genetische Vielfalt in der Population zu erhalten. Diese Fitnessfunktion sollte dem Tod in der biologischen Welt entsprechen und mit anderen Worten entscheiden, welche Zeichenfolgen fit genug zum „Fortpflanzen“ waren und welche aus dem Speicher entfernt werden sollten.



Durch das Programm wurde eine gewisse Anzahl dieser „Chromosomen" weiterhin gespeichert und diese gesamte Population an Zeichenfolgen entwickelte sich dann weiter, bis dadurch die Fitnessfunktion maximiert wurde. Dieses Ergebnis wurde dann dekodiert, um zu den Originalwerten zurückzukommen und die Lösung anzuzeigen. John Holland ist immer noch ein aktiver Pionier auf diesem Gebiet, aber hat jetzt Hunderte von Wissenschaftlern und Gelehrten um sich geschart, die einen Großteil ihrer Zeit damit verbringen, an dieser vielversprechenden Alternative zu herkömmlicher linearer Programmierung sowie zu traditionellen mathematischen und statistischen Techniken zu arbeiten.

Der ursprünglich von Holland entwickelte gentechnische Algorithmus war recht einfach, aber überraschend robust, und war daher in der Lage, optimale Lösungen für eine Vielfalt von Problemen zu finden. Durch viele benutzerdefinierte Programme, die sich nicht viel von diesem ursprünglichen gentechnischen Algorithmus unterscheiden, werden heutzutage sehr umfangreiche und komplexe Realprobleme gelöst.

Neuzeitliche Anpassungen von gentechnischen Algorithmen

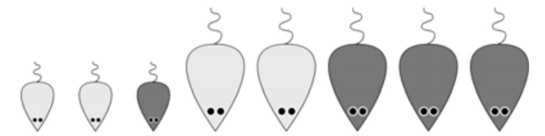
Mit zunehmendem Interesse in akademischen Kreisen und zunehmender Rechnerleistung in regulären Desktop-PCs wurde durch Standardprogramme wie Microsoft Windows und Excel das Entwerfen und Verwalten von komplexen Modellen erheblich leichter. Die Verwendung von Realzahlen anstelle von Darstellung durch Bit-Zeichenfolgen beseitigte das komplizierte Kodieren und Dekodieren von „Chromosomen".

Die Beliebtheit des gentechnischen Algorithmus wächst heutzutage exponentiell und diesbezügliche Lehrgänge, Bücher und Artikel in Magazinen sowie auch fachkundige Berater sind plötzlich überall zu finden. Die „International Conference of Genetic Algorithms“ wirft den Blick bereits auf praktische Anwendungen, was ein Zeichen dafür ist, dass dieser Algorithmus eine Marktreife erreicht hat, von der andere die künstliche Intelligenz betreffende Techniken nur träumen können. Viele Fortune 500-Unternehmen arbeiten laufend mit gentechnischen Algorithmen, um Realprobleme zu lösen, und zwar angefangen von Maklerfirmen, Kraftwerken und Telefongesellschaften bis hin zu Restaurantketten, Kraftfahrzeughersteller und Fernsehstationen. Es ist sehr gut möglich, dass auch Sie bereits indirekt irgendeinen gentechnischen Algorithmus verwendet haben!

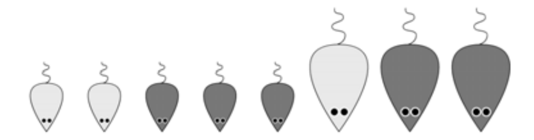
Ein biologisches Beispiel

Hier ist ein einfaches Beispiel von Evolution in der biologischen Welt (in engem Rahmen).. Mit „Evolution“ meinen wir dabei irgendeine Änderung in der Verteilung oder Häufigkeit von Genen in einer Population. Das Interessante an der Evolution ist natürlich, dass sie zu Populationen führt, die sich ständig ihrer Umwelt anpassen.

Angenommen, wir haben es mit einer Population von Mäusen zu tun. Diese Mäuse kommen in zwei Größen (klein und groß) und in zwei Farben (hell und dunkel). Sagen wir, unsere Population besteht aus folgenden acht Mäusen:



Eines Tages erscheinen Katzen in der Nachbarschaft, die sofort über die Mäuse herfallen. Es ergibt sich jedoch, dass dunklere und kleinere Mäuse schlechter durch die Katzen aufgespürt werden können. Daher besteht nicht für alle Mäuse die gleiche Gefahr, vor der Vermehrung oder Fortpflanzung gefressen zu werden. Das wirkt sich auf die nächste Generation der Mäuse entsprechend aus. Vorausgesetzt, dass die alten Mäuse bald nach der Fortpflanzung sterben, wird die nächste Generation der Mäuse wie folgt aussehen:



Wie zu sehen, ist es für große, für helle und besonders auch für große helle Mäuse schwierig, vor der Fortpflanzung nicht gefressen zu werden. Das setzt sich auch in der nächsten Generation fort.

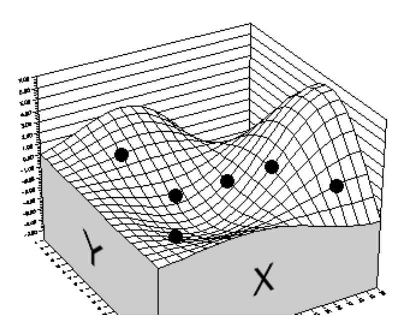


Jetzt besteht die Population fast nur noch aus kleinen, dunklen Mäusen, weil diese in ihrer Umwelt besser überleben können als die anderen Mausarten. Ähnlich passiert es auch mit den Katzen. Weil diese bei weniger Mäusen jetzt hungrig werden, sind solche mit einer Vorliebe für Gras vielleicht besser für ihre neue Umwelt adaptiert und können ihre entsprechenden Genen an eine neue Katzengeneration weitergeben. Dies ist das Zentralkonzept der „natürlichen Auslese“. Vielleicht sollte man besser sagen: „Erfolgreichen Überleben bis zur Fortpflanzung“. Von der Evolutionslehre her gesehen, ist es nutzlos, der gesündeste „Junggeselle“ in der Population zu sein, da die Genen sich ohne Fortpflanzung nicht auf zukünftige Generationen auswirken können.

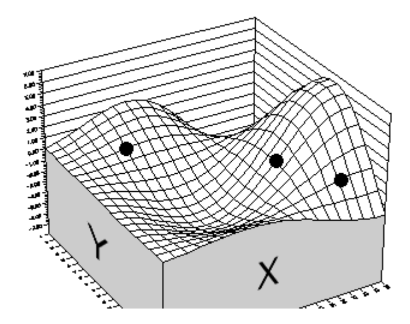
Eine digitales Beispiel

Angenommen, wir haben ein Problem mit zwei Variablen (x und y), die das Ergebnis z ergeben. Sofern wir das Ergebnis z für jeden möglichen x- und y-Wert berechnen und aufzeichnen, wird sich daraus eine entsprechende „Lösungslandschaft“ ergeben (siehe Kapitel 6: Optimierung). Da wir nach dem maximalen z suchen, sind die Spitzen im Diagramm „gute“ und die tiefen Täler „schlechte“ Lösungen.

Wenn wir einen gentechnischen Algorithmus dazu verwenden, die Funktion zu maximieren, beginnen wir damit, dass wir wahlfrei mehrere mögliche Lösungen oder Szenarien (die schwarzen P:unkte) erstellen und nicht nur einen einzigen Anfangspunkt. Anschließend berechnen wir die Funktionsausgabe für die einzelnen Szenarios und stellen jedes Szenario als Punkt grafisch dar. Als Nächstes bringen wir die Szenarien in Rangkorrelation , und zwar nach Höhenlage (angefangen mit dem besten bis hin zum schlechtesten). Wir behalten dann die oberste Hälfte dieser Szenarien und verwerfen die anderen.



Zuerst die gesamte „Population“ der möglichen Lösungen erstellen. Einige werden besser sein (d. h. höher liegen) als andere.

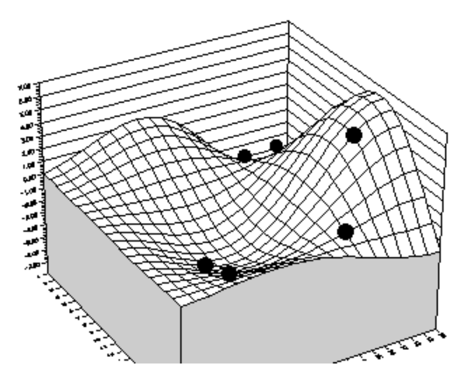


Als Nächstes erstellen wir eine Rangordnung der Lösungen und behalten dann nur die besseren von ihnen.

Die noch verbleibenden drei Szenarien kopieren sich, sodass wir wieder insgesamt sechs Szenarien erhalten. Aber jetzt kommt der interessante Teil: Jedes der sechs Szenarien besteht aus zwei anpassbaren Werten (grafisch dargestellt als x- und y-Koordinaten). Die Szenarien paaren sich rein zufällig. Jetzt tauscht jedes Szenario den ersten der zwei anpassbaren Werte gegen den entsprechenden Wert seines Partners aus. Beispiel:

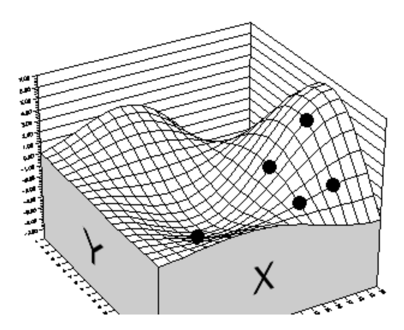
	Vorher	Nachher
Szenario 1	3,4; 5.,0	2,6; 5,0
Szenario 2	2,6; 3,2	3,4; 3,2

Dieser Vorgang wird „Crossing-over“ oder ***Crossover*** genannt. Wenn unsere sechs Szenarien sich wahlfrei paaren und das Crossover durchführen, erhalten wir vielleicht einen neuen Satz an Szenarien, der wie folgt aussieht:



In dem vorstehenden Beispiel gehen wir davon aus, dass die ursprünglichen drei Szenarien (a, b und c) sich mit den Duplikaten (A, B und C) gepaart haben und daraus die Paare aB, bC und bA entstanden sind. Von diesen Paaren wurden dann die Werte für die erste anpassbare Zelle ausgetauscht. Das entspricht in unserem Diagramm dem Austausch der x- und y-Koordinaten zwischen den Punktpaaren. Mit anderen Worten, unsere Szenarien-Population hat jetzt gerade eine Generation durchlebt, und zwar einschließlich Todes- und Geburtszyklus.

Wie Sie sehen, ergeben einige der neuen Szenarien eine geringere Ausgabe (niedrigere Höhenlage) als in der ursprünglichen Generation. Ein Szenario befindet sich jetzt jedoch ganz oben auf dem höchsten Hügel und zeigt damit einen Fortschritt an. Wenn wir die Population durch eine weitere Generation gehen lassen, haben wir vielleicht folgendes Bild:



Sie können sehen, wie die durchschnittliche Performance der Szenarien-Population sich im Laufe der letzten Generation verbessert hat. In diesem Beispiel ist nicht mehr viel Raum für weitere Verbesserung. Das hat seinen Grund darin, dass nur zwei Genen pro Organismus vorhanden sind, d. h. insgesamt nur sechs Organismen, und keine Möglichkeit besteht, neue Genen zu erzeugen. Das bedeutet, dass wir nur einen begrenzten ***Genpool*** zur Verfügung haben. Der Genpool setzt sich aus allen Genen der Organismen in der Population zusammen.

Gentechnische Algorithmen können erheblich leistungsstärker gemacht werden, indem mehr von der Stärke der eigentlichen biologischen Evolution kopiert wird. Das heißt, es sollte die Anzahl der Genen pro Organismus sowie auch die Anzahl der Organismen in der Population erhöht werden. Außerdem sollten hin und wieder zufällige Mutationen möglich sein. Des Weiteren sollten wir die zum Überleben bestimmten Szenarien mehr so wie in der Natur auswählen: d. h. mit einem Zufallselement, das solche Szenarien bei der „Fortpflanzung" leicht bevorzugt, die Überdurchschnittliches leisten, anstelle von solchen, die an der Spitze stehen (selbst der größte und stärkste Löwe kann vom Blitz getroffen werden)!

Alle diese Techniken stimulieren die genetische Verfeinerung und tragen zur Vielfalt im Genpool bei. Dadurch werden alle Arten von Genen verfügbar gehalten, für den Fall, dass sie evtl. in verschiedenen Kombinationen recht nützlich sein könnten. RISKOptimizer implementiert ganz automatisch alle diese Techniken.

Kapitel 8: Simulation und Risikoanalyse

Einführung

In RISKOptimizer wird die Simulation dazu verwendet, mit der Ungewissheit fertig zu werden, die in den zu optimierenden Excel-Modellen vorhanden ist. Die beiden Methoden zum Modellieren der in einer Kalkulationstabelle enthaltenden Ungewissheit und zum Ausführen einer Simulation des Modells stammen aus @*RISK*, einem Add-In für Simulation und Risikoanalyse in Excel, das von Palisade Corporation verfügbar ist. Dieses Kapitel gibt Ihnen Hintergrundinformationen über Risikoanalyse und Simulation sowie auch wertvolle Einblicke in die Einrichtung von Simulationsmodellen in RISKOptimizer.

Was ist ein Risiko?

Jeder weiß, dass der Glücksspieler beim Würfeln, der Ölmann bei der Pionierbohrung oder der Seiltänzer beim ersten Schritt aufs Seil ein gewisses Risiko eingeht. Abgesehen von diesen simplen Vergleichen hat das Konzept des Risikos aber ganz allgemein mit der Vergegenwärtigung zu tun, dass die Zukunft leider unbestimmt ist, d. h. dass wir in Bezug auf eine heute begonnene Aktion nicht in die Zukunft blicken können. Risiko bedeutet somit schlichtweg, dass eine bestimmte Handlungsweise mehr als nur ein mögliches Ergebnis zeitigen kann.

In diesem einfachen Sinne ist natürlich jede Handlung irgendwie „riskant", angefangen von der Straßenüberquerung bis hin zum Bau eines Staudamms. Der Begriff „Risiko" wird jedoch meistens nur auf Situationen angewandt, bei denen die Folgen einer gewissen Handlungsweise irgendwie von Wichtigkeit sein können. Gewöhnliche Handlungen, wie z. B. das Überqueren der Straße, sind meistens nicht sehr risikointensiv, während der Bau eines Staudamms ein erhebliches Risiko in sich bergen kann. Irgendwo zwischen diesen beiden Extremen liegt die Grenze zwischen „nicht riskant" und „riskant". Der Unterschied zwischen den beiden, obwohl nicht klar umrissen, ist sehr wichtig. Wenn Sie nämlich eine Situation als riskant ansehen, wird das Risiko zu einem Kriterium bei der Entscheidung, welcher Weg einzuschlagen ist. An diesem Punkt ist dann irgendeine Form von Risikoanalyse angebracht.

Charakteristische Merkmale eines Risikos

Das Konzept des Risikos hat seinen Ursprung in unserer Unfähigkeit, in die Zukunft sehen zu können, und weist auf einen gewissen Grad der Unbestimmtheit hin, der unsere Aufmerksamkeit erfordert. Diese etwas vage Definition kann aber durch das Herausstellen mehrerer markanter Risikomerkmale klarer umrissen werden.

Als erstes ist zu bedenken, dass ein Risiko objektiv oder subjektiv sein kann. Beim Hochwerfen einer Münze ist das Risiko z. B. objektiv, da die Chancen (ob die Zahl oder Wappen nach oben zu liegen kommt) bekannt sind. Obwohl das Ergebnis unbestimmt ist, kann ein objektives Risiko auf Basis der Theorie, des Experiments oder anhand des gesunden Menschenverstandes genau beschrieben werden. Alle stimmen mit der Beschreibung eines objektiven Risikos überein. Wenn Sie dagegen die Chancen beschreiben müssten, dass es nächsten Donnerstag regnet, wäre die Situation nicht mehr so klar, da es sich hier um ein subjektives Risiko handelt. Anhand der gleichen Informationen, wie z. B. Theorie, Computer usw., könnte in diesem Fall der Meteorologe A die Regenchancen evtl. auf 30%, der Meteorologe B sie aber auf 65% einschätzen. Man kann dabei nicht sagen, dass der eine recht und der andere unrecht hat. Die Beschreibung eines subjektiven Risikos ist nämlich erweiterbar in dem Sinne, dass die Auswertung jederzeit durch neue Informationen, weitere Untersuchungen oder durch Einbeziehung der Meinung anderer verbessert oder modifiziert werden kann. Die meisten Risiken sind subjektiv und das hat wichtige Implikationen für alle, die auf Basis einer Risikoanalyse Risiken analysieren oder Entscheidungen treffen müssen.

Zweitens liegt die Entscheidung, ob etwas riskant ist, selbst für objektive Risiken im persönlichen Erachten. Nehmen wir beispielsweise einmal den Fall, wo beim Hochwerfen einer Münze eine Mark gewonnen oder verloren werden kann. Dieses Risiko wäre für die meisten Leute nicht besonders wichtig. Wenn es dagegen um einen Gewinn oder Verlust von Euro 100 000 gehen würde, wäre das für die meisten bestimmt sehr riskant. Aber auch bei dieser Situation würde es noch einige reiche Leute geben, für welche die möglichen Folgen dieser Wette nicht von Bedeutung wären.

Drittens haben wir bei riskanten Handlungen, d. h. bei Risiken, oft die Wahl, sie entweder zu akzeptieren oder zu vermeiden. Jeder Mensch hat seine eigene „Risikoschwelle“. Zwei Geschäftsleute gleichen Einkommens könnten z. B. sehr unterschiedlich auf die oben beschriebene Wette über Euro 100 000 reagieren, d. h. der eine könnte bereit sein, dieses Risiko ohne weiteres zu akzeptieren, während der andere diese Wette vielleicht als zu riskant ablehnen würde. Mit anderen Worten, die persönlichen Risikovorstellungen sind unterschiedlich.

Notwendigkeit der Risikoanalyse

Der erste Schritt bei der Risikoanalyse und beim Modellieren besteht in der Erkenntnis, dass solch eine Analyse notwendig ist. Mit anderen Worten, Sie sollten sich fragen, ob die Situation, vor der Sie stehen, risikointensiv ist? Es folgen einige Beispiele, an denen Sie den Risikofaktor Ihrer Situationen abwägen können:

♦ ***Risiken bei der Entwicklung von neuen Produkten und beim Marketing*** – Wird F. u. E. (Forschungs- und Entwicklungsabteilung) die noch vorhandenen technischen Probleme lösen können? Wird ein Konkurrent ein ähnliches Produkt schneller auf den Markt bringen oder mit einem besseren Produkt aufwarten? Wie wird sich die vorgesehene Reklamekampagne auf den Umsatz auswirken? Werden die Produktionskosten wie eingeplant aussehen? Muss der vorgesehene Verkaufspreis evtl. geändert werden, weil der Bedarf für das Produkt nicht den Erwartungen entspricht?

♦ **Risiken bei der Wertpapieranalyse und der Vermögensverwaltung** – Wie wird eine vorläufige Kaufentscheidung den Wert des Portefeuille beeinflussen? Werden sich personelle Änderungen im Management auf den Kurs auswirken? Wird der Erwerb der Firma den Ertrag wie vorgesehen erhöhen? Wie wird eine Marktkorrektur sich auf einen bestimmten Industriesektor auswirken?

♦ **Risiken bei der Betriebsverwaltung und Betriebsplanung** – Wird der gegebene Lagerbestand für den unbestimmten Bedarf ausreichen? Werden sich die Arbeitskosten durch die bevorstehenden Tarifverhandlungen mit der Gewerkschaft erheblich erhöhen? Wie wird sich die schwebende Umweltschutzgesetzgebung auf die Produktionskosten auswirken? Wie werden sich politische und Marktereignisse auf die ausländischen Lieferanten auswirken, was Wechselkurse, Handelshindernisse und Lieferfristen anbelangt?

- ***Risiken beim Entwurf und bei der Konstruktion eines Bauwerks (Gebäude, Brücke, Staudamm usw.)* —** Werden die Kosten für Konstruktion, Material und Arbeit wie geplant ausfallen? Wird der Bauablaufplan evtl. durch einen Arbeiterstreik gestört? Ist die Belastung des Bauwerks während der Hauptbenutzungszeiten bzw. durch natürliche Einflüsse richtig eingeplant worden? Könnte das Bauwerk je bis zum Brechpunkt überlastet werden?
- ***Risiken bei Investitionen auf dem Gebiet der Erdöl- und Mineraliensuche*** – Wird die Suche erfolgreich sein? Wird es sich beim Fündigwerden um eine unwirtschaftliche Quelle oder um eine reiche Ader handeln? Werden die Kosten für die Erschließung des Vorkommens über den eingeplanten Betrag hinausgehen? Wird ein politisches Ereignis, wie z. B. ein Embargo, eine Steuerreform oder eine neue Umweltschutzvorschrift die Wirtschaftlichkeit des Projekts erheblich verändern?
- ***Risiken bei der Planung der Firmenpolitik*** – Hängt die Firmenpolitik von irgendeiner gesetzlichen Genehmigung ab und wird solche Genehmigung erteilt werden? Werden die Anweisungen hundertprozentig oder nur teilweise befolgt werden? Werden die Implementierungskosten über die eingeplante Höhe hinausgehen? Wird es zu dem geplanten Nutzen kommen?

Bewertung und quantitative Bestimmung des Risikos

Das Erkennen einer riskanten Situation ist, wie gesagt, lediglich der erste Schritt. Die nächste Frage ist: Wie können Sie das für eine gegebene unbestimmte Situation identifizierte Risiko quantitativ bestimmen? Mit der quantitativer Bestimmung eines Risikos ist die Festlegung aller möglichen Werte, die durch eine Risikovariable dargestellt werden können, und die Bestimmung der relativen Wahrscheinlichkeit jedes dieser Werte gemeint. Nehmen wir einmal an, bei der unbestimmten Situation handelt es sich um die Wette mit der Münze. Sie könnten z. B. die Münze wiederholt hochwerfen, um schließlich zu dem Ergebnis zu kommen, dass sie zu 50% auf der Zahl und zu 50% auf dem Wappen landet. Sie könnten dieses Ergebnis natürlich auch mathematisch berechnen, d. h. unter Anwendung der Wahrscheinlichkeitslehre und der statistischen Theorie.

Bei den meisten realen Situationen ist es jedoch nicht möglich, das Risiko wie bei der Münze durch ein Experiment zu berechnen. Wie könnten Sie z. B. die Ablaufkurve oder Lernkurve bei Einführung eines neuen Geräts berechnen? Sie könnten vielleicht die bei einem früheren Gerät gesammelten Erfahrungen verwenden, aber sobald das neue Gerät eingeführt ist, haben Sie dann das tatsächliche Resultat, das evtl. ganz anders ist, als Sie erwartet haben. Es gibt keine Rechenformel, durch die Sie das mit den möglichen Resultaten verbundene Risiko berechnen könnten. Ihnen bleibt also nichts anderes übrig, als das Risiko auf Basis der besten verfügbaren Informationen abzuschätzen.

Falls Sie die Risiken einer Situation wie bei der Wette mit der Münze berechnen können, handelt es sich um ein objektives Risiko. In diesem Fall würde Übereinstimmung darüber herrschen, dass Sie das Risiko quantitativ richtig bestimmt haben. Bei den meisten Risikoquantifikationen sind Sie aber auf Ihr Gutdünken angewiesen. Vielleicht sind keine vollständigen Informationen über die Situation verfügbar. Es kann auch sein, dass die Situation nicht wie bei der Münze beliebig wiederholt werden kann oder dass die Situation für eine eindeutige Antwort einfach zu komplex ist. Solche Risikoquantifikation ist dann subjektiv. Das bedeutet, dass evtl. nicht alle Kollegen oder Kolleginnen mit Ihrer Bewertung des Risikos übereinstimmen werden.

Ihre subjektive Bewertung des Risikos wird sich wahrscheinlich ändern, sobald Sie weitere Informationen über die Situation erhalten. Bei einer subjektiven Bewertung müssen Sie sich immer fragen, ob vielleicht zusätzliche Informationen verfügbar sind, die zu einer besseren Bewertung beitragen könnten. Falls zusätzliche Informationen existieren, ist die Frage, wie schwierig und kostspielig es ist, sie zu besorgen. Wie sehr würde sich Ihre Bewertung durch diese weiteren Informationen ändern? Inwieweit würden sich diese Änderungen auf die Endergebnisse des Modells auswirken, das Sie gerade analysieren?

Risikobeschreibung mittels Wahrscheinlichkeitsverteilung

Sobald Sie das Risiko quantitativ bestimmt, d. h. die Resultate und Wahrscheinlichkeiten des Auftretens bestimmt haben, können Sie das Risiko durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung zusammenfassen. Durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung wird das quantitative Risiko für eine Variable dargestellt. RISKOptimizer und @*RISK* (das von RISKOptimizer verwendete Simulations-Add-In für Excel) verwenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen, um die in Ihren Excel-Arbeitsblättern befindlichen unbestimmten Werte zu beschreiben und die Ergebnisse darzustellen. Es gibt viele Formen und Typen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die alle einen Bereich von möglichen Werten und die Wahrscheinlichkeit deren Auftretens beschreiben. Die meisten Leute haben bereits von einer Normalverteilung gehört, nämlich der traditionellen „Glockenkurve". Aber es gibt eine Vielzahl von Verteilungstypen, von „uniform" und „triangular" bis hin zu den komplizierteren Formen wie „gamma" und „Weibull".

Alle Verteilungstypen verwenden Argumente, um einen Bereich von tatsächlichen Werten und die Verteilung von Wahrscheinlichkeiten anzugeben. Bei der Normalverteilung werden z. B. ein Mittelwert und eine Standardabweichung als Argumente verwendet. Der Mittelwert definiert den Wert, der als Mittelpunkt für die Glockenkurve dient, und die Standardabweichung definiert den Wertebereich um den Mittelwert. In RISKOptimizer stehen Ihnen mehr als dreißig Verteilungstypen zur Verfügung, mit deren Hilfe Sie Verteilungen für unbestimmte Werte im Excel-Arbeitsblatt beschreiben können.

Modellierung der Unbestimmtheit in RISKOptimizer

Sie wissen am besten, welche Probleme und Situationen aus Ihrem Arbeitsbereich evtl. analysiert werden sollten. Wenn Sie ein risikointensives Problem haben, können RISKOptimizer und Excel Ihnen beim Erstellen eines kompletten und logischen Modells behilflich sein.

Es ist einer der großen Vorteile von RISKOptimizer, dass Sie damit in einer bekannten und standardmäßigen Modellierumgebung, nämlich Microsoft Excel, arbeiten können. RISKOptimizer arbeitet mit Ihrem Excel-Modell und lässt Sie die Unbestimmtheit modellieren, während die bekannten Kalkulationstabellenfähigkeiten weiterhin erhalten bleiben. Sie werden wahrscheinlich wissen, wie Kalkulationstabellenmodelle in Excel aufgebaut werden – und RISKOptimizer gibt Ihnen jetzt die Fähigkeit, in diesen Modellen mühelos die Unbestimmtheit mit zu berücksichtigen.

Variablen

Variablen sind die grundlegenden Elemente im Excel-Arbeitsblatt, die wir bereits als wichtige Bestandteile der Analyse identifiziert haben. Falls Sie eine finanzielle Situation modellieren, kann es sich bei den Variablen vielleicht um „Umsatz", „Kosten", „Einnahmen" oder „Gewinne" handeln. Wenn Sie dagegen eine geologische Situation modellieren, haben Sie es evtl. mit Variablen wie „Tiefe des Vorkommens", „Dicke der Kohlenschicht" oder „Durchlässigkeit" zu tun. Jede Situation hat ihre eigenen Variablen, die Sie selbst identifiziert haben. In einem typischen Arbeitsblatt bezeichnet eine Variable meistens eine Arbeitsblattzeile oder -spalte, beispielsweise wie folgt:

Bestimmt oder unbestimmt

Vielleicht sind Ihnen die Werte für die Variablen im Zeitrahmen des Modells bereits bekannt. In diesem Fall sind sie dann bestimmt oder (im Statistiker-Jargon) „deterministisch". Es kann aber auch sein, dass Sie die Werte für die Variablen nicht kennen. Es handelt sich dann um unbestimmte oder „stochastische" (d. h. zufällige) Variablen. Wenn die Variablen unbestimmt sind, müssen Sie die Art der Unbestimmtheit beschreiben. Das wird durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen erreicht, durch welche sowohl der Bereich der Werte für die Variable (Minimal- bis Maximalwert) als auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen Werte innerhalb des Bereichs angegeben wird. In RISKOptimizer werden unbestimmte Variablen und Zellwerte in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen eingegeben, beispielsweise wie folgt:

RiskNormal(100;10)

RiskUniform(20;30)

RiskExpon(A1+A2)

RiskTriang(A3/2,01;A4;A5)

Diese Verteilungsfunktionen können in den Arbeitsblattzellen und -formeln genauso wie irgendeine andere Excel-Funktion platziert werden.

Unabhängig oder abhängig

Zusätzlich zu „bestimmt" oder „unbestimmt" können die Variablen in einem Modell auch entweder „unabhängig" oder „abhängig" sein. Eine unabhängige Variable wird von keiner anderen Variablen im Modell beeinflusst. Wenn Sie z. B. mit einem finanziellen Modell arbeiten, durch das die Rentabilität einer landwirtschaftlichen Ernte ausgewertet werden soll, würden Sie evtl. eine unbestimmte Variable namens „Niederschlagsmenge" mit einbeziehen. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, dass andere Variablen im Modell, wie z. B. „Erntepreis" und „Düngemittelkosten", sich nicht auf die Niederschlagsmenge auswirken. „Niederschlagsmenge" ist daher eine unabhängige Variable.

Im Gegensatz dazu wird eine abhängige Variable ganz und gar oder auch nur teilweise von einer oder mehreren anderen Variablen im Modell bestimmt. Von der Variablen „Ernteertrag“ im obigen Modell kann z. B. angenommen werden, dass sie abhängig von der unabhängigen Variablen „Niederschlagsmenge“ ist. Bei zu wenig oder zu viel Regen würde der Ernteertrag sicherlich gering sein. Wenn die Niederschlagsmenge jedoch ungefähr normal ist, könnte der Ernteertrag sowohl unter als auch erheblich über dem Durchschnitt liegen. Vielleicht gibt es andere Variablen, die den Ernteertrag beeinflussen, wie z. B. „Temperatur“, „Schädlingsbefall“ usw.

Beim Identifizieren der unbestimmten Werte im Excel-Arbeitsblatt müssen Sie entscheiden, ob die Variablen unabhängig oder abhängig sind. In RISKOptimizer werden die Funktionen DEPC und INDEPC dazu verwendet, die unabhängigen und abhängigen Variablen zu identifizieren. Es ist äußerst wichtig, die Abhängigkeitsbeziehungen unter den Variablen richtig zu erkennen, da das Modell sonst unsinnige Ergebnisse generieren könnte. Wenn Sie z. B. das Verhältnis zwischen „Niederschlagsmenge“ und „Ernteertrag“ ignorieren, könnte es sein, dass RISKOptimizer einen niedrigen Wert für „Niederschlagsmenge“ und gleichzeitig einen hohen Wert für „Ernteertrag“ wählt, was natürlich in der Natur nie vorkommen würde.

Modellanalyse mittels Simulation

Sobald Sie unbestimmte Werte in den Arbeitsblattzellen platziert haben, besitzen Sie ein Excel-Arbeitsblatt, das RISKOptimizer analysieren kann.

Simulation

Während einer Optimierung verwendet RISKOptimizer Simulationen, die manchmal auch Monte Carlo-Simulationen genannt werden, um die Unbestimmtheit zu berechnen. Simulation bezieht sich in diesem Sinne auf eine Methode, durch welche die Verteilung von möglichen Ergebnissen generiert wird, indem der Computer das Arbeitsblatt immer wieder neu berechnet, und zwar jedesmal mit anderen Zufallswerten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungen in den Zellwerten und Formeln. Der Computer versucht praktisch alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen, um so alle möglichen Resultate zu simulieren. Mit anderen Worten, dies ist, als ob Sie Hunderte oder Tausende von „What-If"-Analysen (Was wäre, wenn…) ausführen würden, und zwar alle in einer Sitzung.

Was ist damit gemeint, wenn wir sagen, dass durch Simulation alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen versucht werden? Was ist damit gemeint, wenn wir sagen, dass durch Simulation alle gültigen Kombinationen aus den Werten der Eingabevariablen versucht werden? Sofern es sich nicht um unbestimmte Variablen handelt, können Sie in diesem Fall einen einzigen möglichen Wert für jede Variable identifizieren. Diese zwei Einzelwerte können durch die Arbeitsblattformeln kombiniert werden, um so die gewünschten Ergebnisse zu berechnen, wobei es sich dann ebenfalls um einen bestimmten oder deterministischen Wert handelt. Wenn Sie z. B. folgende Eingabevariablen haben:

Einnahmen = 100
Kosten = 90

würde das Ergebnis

Gewinne = 10

durch Excel wie folgt berechnet werden:

Gewinne = 100 - 90

In diesem Fall gibt es nur eine Kombination für die Werte der Eingabevariablen, da nur ein Wert für jede Variable möglich ist.

Als Nächstes wollen wir eine Situation betrachten, bei der es sich um zwei unbestimmte Variablen handelt. Bei der Eingabe

Einnahmen = 100 oder 120
Kosten = 90 oder 80

sind z. B. zwei Werte für jede Eingabevariable angegeben. In einer Simulation würde RISKOptimizer hier alle möglichen Kombinationen dieser Variablenwerte versuchen, um die möglichen Werte für das Ergebnis „Gewinne“ zu berechnen.

Es gibt hier vier Kombinationen:

Profite = Einnahmen - Kosten
10 = 100 - 90
20 = 100 - 80
30 = 120 - 90
40 = 120 - 80

„Profite“ ist ebenfalls eine unbestimmte Variable, da sie aus unbestimmten Variablen berechnet worden ist.

Funktionsweise einer Simulation

Bei einer Simulation werden in RISKOptimizer zwei unterschiedliche Vorgänge angewandt:

- **Auswahl von Werten für die Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktionen, die in den Arbeitsblattzellen und -formeln enthalten sind.**
- **Neuberechnung des Excel-Arbeitsblatts unter Verwendung der neuen Werte.**

Die Auswahl von Werten aus Wahrscheinlichkeitsverteilungen nennt man Probenerhebung und die einzelnen Arbeitsblattberechnungen werden Iterationen genannt. RISKOptimizer generiert dann die Ausgabeverteilungen, indem es die Einzelwertergebnisse aus allen Iterationen zusammenfasst.

Kapitel 9: RISKOptimizer-Extras

Hinzufügung von Beschränkungen

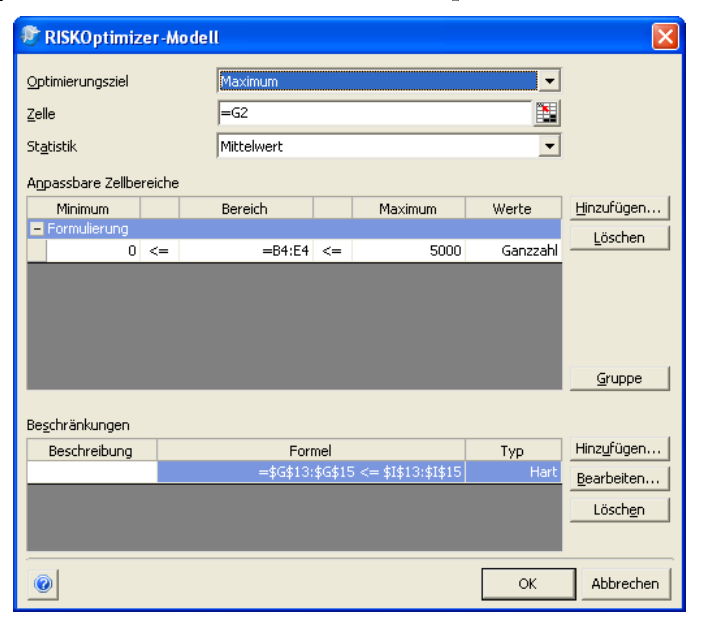
Realistischen Problemen sind oft mehrere Beschränkungen auferlegt, die beim Suchen nach optimalen Antworten berücksichtigt werden müssen. In einem Lernprogramm, in dem nach einer Transformatorbauart mit den niedrigsten Kosten gesucht wird, ist z. B. eine der Beschränkungen, dass der Transformator nicht zu warm werden und nicht mehr als 0,16 W/cm^2 ausstrahlen darf.

Wenn ein Szenario in einem Modell alle Beschränkungen ordnungsgemäß berücksichtigt, wird von einer funktionsfähigen oder „gültigen" Lösung gesprochen. Mitunter ist es schwierig, eine funktionsfähige oder gar eine optimal funktionsfähige Lösung zu finden. Der Grund ist dann vielleicht, dass das Problem zu komplex ist und es nur wenige funktionsfähige Lösungen gibt oder aber, dass das Problem zu spezifiziert ist (d. h. zu viele Beschränkungen oder sich widersprechende Beschränkungen hat) und daher keine funktionsfähigen Lösungen möglich sind.

Es gibt drei elementare Arten von Beschränkungen: ***Bereichs***beschränkungen, bei denen es sich um Min-Max-Bereiche für anpassbare Zellen handelt, ***harte*** Beschränkungen, die immer eingehalten werden müssen, und ***weiche*** Beschränkungen, die möglichst berücksichtigt werden sollten, aber auch nötigenfalls unberücksichtigt bleiben können, um einen großen Fitnessvorteil zu erzielen.

Bereichsbeschränkungen

Die einfachsten harten Beschränkungen sind solche, die den Variablen als solchen auferlegt werden. Durch Einstellung eines bestimmten Bereichs für die einzelnen Variablen kann die Anzahl der möglichen Lösungen begrenzt werden, die RISKOptimizer durchsuchen wird. Dadurch wird die Suche erheblich effizienter. Sie können im Modellfenster unter „Anpassbare Zellbereiche" die MINIMUM- und MAXIMUM-Werte eingeben, um RISKOptimizer den Wertbereich anzugeben, der für die einzelnen Variablen passend ist.



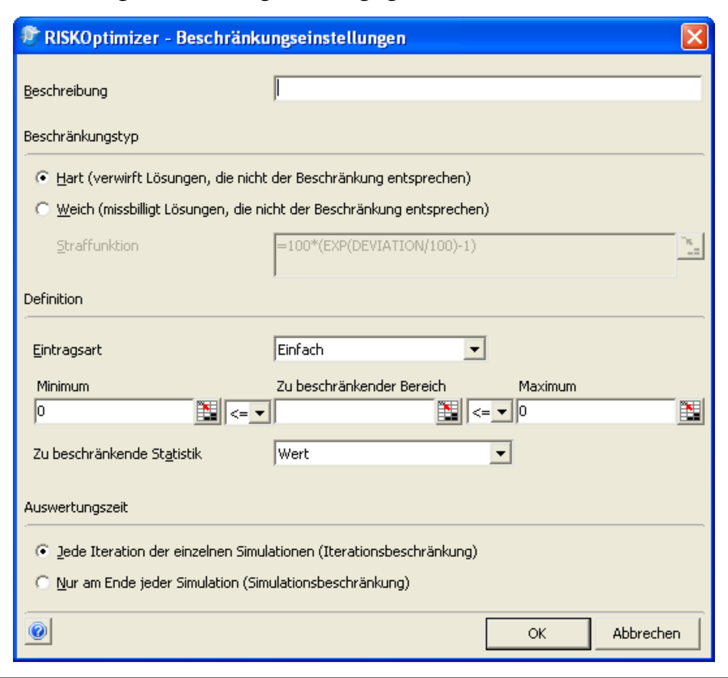
RISKOptimizer kann nur Werte zwischen 0 und 100.000
für die angegebenen Zellen ausprobieren.

Eine zweite Art von harten Beschränkungen für die Variablen ist in den einzelnen RISKOptimizer-Lösungsmethoden (Formulierung, Reihenfolge, Gruppierung usw.) integriert. Wenn beispielsweise Variablen unter Verwendung derselben Budget-Lösungsmethode angepasst werden, wird RISKOptimizer dadurch angewiesen, nur Wertesätze auszuprobieren, die denselben Betrag ergeben. Genau wie bei der Bereichseinstellung wird durch diese harte Beschränkung ebenfalls die Anzahl der zu durchsuchenden möglichen Szenarien reduziert.

Die im Dialogfeld „Modell“ zu sehende Ganzzahl-Option stellt gleichfalls eine harte Beschränkung dar, durch die RISKOptimizer angewiesen wird, nur Ganzzahlwerte (1, 2, 3 usw.) anstelle von Realzahlen (1,34; 2,034 usw.) beim Anpassen der Variablen auszuprobieren.

Harte Beschränkungen – angepasst

Beschränkungen, die außerhalb der für RISKOptimizer-Variablen möglichen Beschränkungen liegen, können über das Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen“ eingegeben werden.



HINWEIS: Genau wie bei der in der Natur vorkommenden Evolution liegt die Fähigkeit eines gentechnischen Algorithmus, Probleme zu lösen, hauptsächlich darin, viele Kombinationen von möglichen Lösungen unbehindert untersuchen zu können und dann auf natürliche Weise auf die besten Lösungen hinzuarbeiten. Wenn wir RISKOptimizer nicht erlauben, sich auch Lösungen anzusehen, die nicht unseren Anforderungen entsprechen, kann dadurch der gentechnische Algorithmus-Optimierungsprozess erheblich geschwächt werden.

Es ist stets leichter für RISKOptimizer, den harten Beschränkungen entsprechende Lösungen zu finden, wenn das anfängliche Szenario im Arbeitsblatt ebenfalls diese Beschränkungen berücksichtigt. Dadurch erhält RISKOptimizer dann einen Anfangspunkt im Bereich der gültigen Lösungen. Falls Sie kein Szenario haben, das den Beschränkungen entspricht, sollten Sie RISKOptimizer anfangs mit einem beliebigen Szenario ausführen. RISKOptimizer wird dann so gut wie möglich versuchen, Szenarien zu finden, die den Beschränkungen entsprechen.

Iterationsbeschränkungen im Vergleich zu Simulationsbeschränkungen

In *RISKOptimizer* können harte Beschränkungen **1) bei jeder Iteration der Simulation einer Probelösung (Iterationsbeschränkung)** oder **2) am Ende der Simulation einer Probelösung (Simulationsbeschränkung) ausgewertet werden.**

- Eine **Iterationsbeschränkung** ist eine Beschränkung, die bei jeder Iteration einer Simulation der gegebenen Probelösung ausgewertet wird. Wenn eine Iteration irgendwelche Werte ergibt, die gegen die harte Beschränkung verstoßen, wird die Simulation angehalten. Das heißt, diese Probelösung wird verworfen und dann mit der nächsten Probelösung und der zugehörigen Simulation begonnen.
- Eine **Simulationsbeschränkung** wird in Form einer Simulationsstatistik für eine Kalkulationstabellenzelle angegeben, z. B. als *Mean of A11>1000*. In diesem Fall wird die Beschränkung am Ende der Simulation ausgewertet. Durch eine Simulationsbeschränkung (im Gegensatz zur Iterationsbeschränkung) ist es nicht möglich, die Simulation vor Beendung anzuhalten.

Weiche Beschränkungen

Wenn ein Programm gezwungen wird, nur Lösungen zu suchen, die allen Beschränkungen voll entsprechen, werden evtl. überhaupt keine funktionsfähigen Lösungen gefunden. Oft ist es nützlicher, eine annähernd funktionsfähige Lösung zu suchen, die den meisten (aber vielleicht nicht allen) Beschränkungen entspricht.

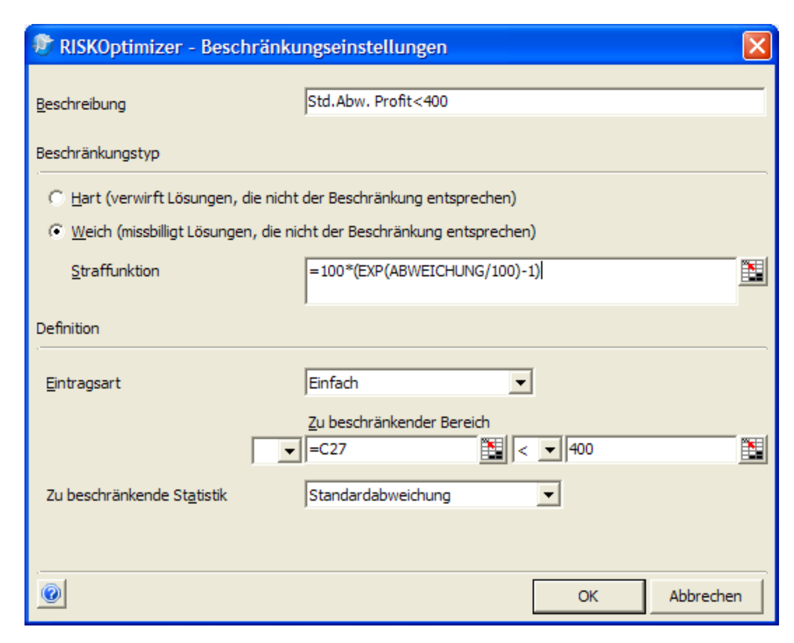
Als Alternative zur Verwendung von einzuhaltenden harten Beschränkungen kann das Problem auch neu konfiguriert werden, und zwar unter Verwendung von „weichen Beschränkungen", die RISKOptimizer dann ***möglichst einzuhalten versucht***. Diese weichen Beschränkungen sind oft realistischer und ermöglichen RISKOptimizer, eine größere Anzahl von Optionen auszuprobieren. Im Falle eines sehr beschränkten Problems (bei dem es nur wenige mögliche Lösungen gibt, die allen Ihren Anforderungen entsprechen würden), wird der gentechnische Algorithmus in RISKOptimizer wahrscheinlich schneller die beste Lösung finden, wenn Feedback über einige Lösungen vorhanden ist, die den Beschränkungen *ungefähr* entsprechen.

Wenn es sich bei den Beschränkungen um Planungsziele handelt, wie z. B. „doppelt so viele Gabeln wie Messer herstellen", ist es oft nicht so wichtig, den Beschränkungen hundertprozentig zu entsprechen, besonders wenn die Ausarbeitung eines völlig ausgeglichenen Herstellungsplans einen ganztägigen Optimierungsprozess erfordern würde. In diesem Fall ist eine gute Problemlösung, die der Beschränkung *nahezu* entspricht (z. B. Herstellungsaufteilung: 40% Gabeln, 23% Messer, 37% Löffel), gewöhnlich besser als den ganzen Tag warten zu müssen, um schließlich herauszufinden, dass vielleicht überhaupt keine hundertprozentig Lösung möglich ist, da absolut nicht *allen* Beschränkungen entsprochen werden kann.

Strafklauseln

Weiche Beschränkungen können in Excel mühelos implementiert werden, und zwar durch Verwendung von ***Strafklauseln***. Anstatt RISKOptimizer anzuweisen, bestimmte Werte bei der Lösungssuche absolut nicht zu verwenden, sollte dem Programm erlaubt werden, solche „ungültigen" Werte zu untersuchen. Aber die sich daraus ergebenden Lösungen sollten dann entsprechend „bestraft" werden. Angenommen, es soll die effizienteste Methode zur Verteilung von Material gefunden werden, mit der Beschränkung, dass nur drei Lkws verwendet werden können. Ein besseres Modell dafür würde eine Strafklausel enthalten, die die Verwendung von mehr als drei Lkws gestattet, aber dafür auch die hohen zusätzlichen Kosten mit einbezieht. Strafklauseln können im Dialogfeld „Beschränkungseinstellungen" angegeben oder auch direkt in das Modell eingegeben werden, und zwar durch Formeln, die solche Strafklauseln darstellen.

Eingabe einer Strafklausel

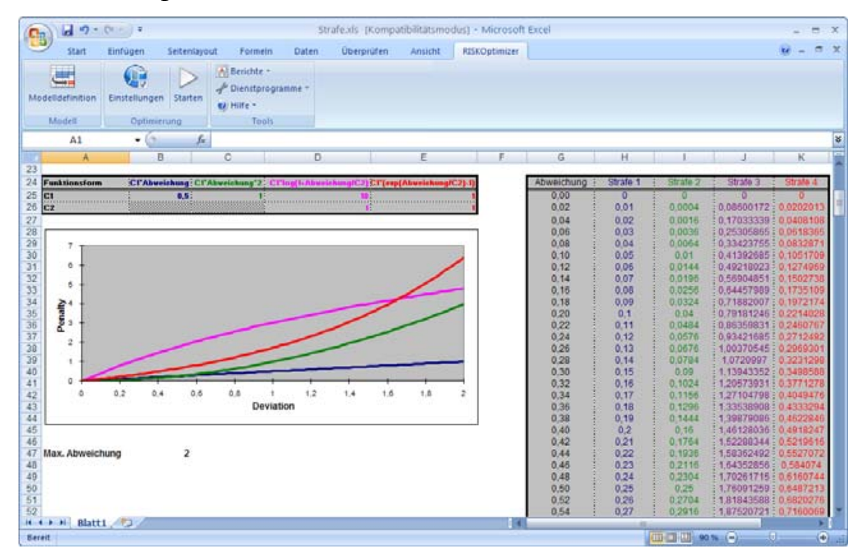


RISKOptimizer arbeitet mit einer Standardstrafklausel, die beim ersten Eingeben einer weichen Beschränkung angezeigt wird. Es kann jedoch auch irgendeine gültige Excel-Formal eingegeben werden, um die Strafpunkte zu berechnen, die bei Nichteinhaltung der weichen Beschränkung angewendet werden sollen. Die eingegebene Strafklausel sollte das Schlüsselwort deviation (Abweichung) enthalten, durch das dargestellt wird, wie viel die Beschränkung überschritten wurde. Am Ende der Simulation einer Probelösung wird durch RISKOptimizer geprüft, ob die weiche Beschränkung eingehalten wurde. Ist das nicht der Fall, wird die Höhe der Abweichung in die Strafformel eingegeben und dann berechnet, wie viele Strafpunkte auf die Simulationsstatistik für die zu minimierende oder maximierende Zielzelle anzuwenden sind.

Diese Strafpunkte werden anschließend der berechneten Statistik entweder hinzugefügt oder davon abgezogen, um diese weniger „optimal" zu machen. Wenn beispielsweise im Dialogfeld **RISKOptimizer – Modell** im Feld *Suchen nach* die Option *Maximum* ausgewählt wurde, werden die Strafpunkte von der berechneten Zielzellenstatistik abgezogen.

Anzeige der Auswirkungen einer eingegebenen Strafklausel

RISKOptimizer enthält das Excel-Arbeitsblatt STRAFE.XLS, das dazu verwendet werden kann, die Auswirkungen verschiedener Strafklauseln auf bestimmte weiche Beschränkungen und Zielzellenergebnisse auszuwerten.



STRAFE.XLS ermöglicht Ihnen, in Ihrem Modell eine weiche Beschränkung auszuwählen, deren Auswirkungen Sie analysieren möchten. Die Strafklausel kann dann geändert werden, um zu sehen, wie dadurch aus einem bestimmten Weichbeschränkungs-Nichteinhaltungswert eine spezielle Strafpunktstatistik für die Zielzelle entsteht. Wenn die weiche Beschränkung z. B. A10<100 ist, kann STRAFE.XLS verwendet werden, um festzustellen, was der Zielwert sein würde, wenn ein Wert von 105 für Zelle A10 berechnet werden würde.

Anzeige der angewendeten Strafpunkte

Wenn die Strafpunkte wegen einer nicht eingehaltenen weichen Beschränkung auf die Zielzelle angewendet werden, sind diese Strafpunkte im RISKOptimizer-Überwachungsprogramm zu sehen. Auch werden die Strafpunktwerte in den Arbeitsblättern des Optimierungsprotokolls angezeigt, die nach der Optimierung erstellt werden können.

Eingabe von weichen Beschränkungen in das Arbeitsblatt

Strafklauseln können auch direkt in das Arbeitsblatt eingegeben werden. Durch eine Boolesche Strafklausel werden einem Szenario bestimmte Strafpunktwerte zugewiesen, wenn dieses Szenario nicht der angegebenen Beschränkung entspricht. Wenn beispielsweise der Wert in Zelle B1 (Zulieferungen) mindestens so groß wie der Wert in Zelle A1 (Nachfrage) sein soll, könnten Sie in einer anderen Zelle folgende Strafklausel erstellen: =*WENN(A1>B1, -1000, 0)*. Wenn dann das Ergebnis dieser Zelle zur Statistik der Zielzelle hinzugefügt wird, würde dadurch die Statistik der zu maximierenden Zielzelle einen Wert von 1.000 unterhalb des Realergebnisses anzeigen, sobald RISKOptimizer eine Lösung versucht, die dieser Beschränkung (d. h. Zulieferungen = Nachfrage) nicht entspricht. Jede Lösung, die nicht dieser Beschränkung entspricht, würde somit einen niedrigen Wert für die Zielzellstatistik generieren, und RISKOptimizer würde dadurch diese Organismen schließlich nicht weiter „fortpflanzen".

Sie können auch die Skalierstraffunktion verwenden, durch die eine Lösung genauer danach „bestraft" wird, wie sehr gegen die Beschränkung verstoßen wurde. Dies ist in Realität oft praktischer, denn eine Lösung, bei der die Zulieferungen nicht ganz der Nachfrage entsprechen, würde besser sein als eine Lösung, bei der die Zulieferungen weit unter der Nachfrage liegen. Durch eine einfache Skalierstraffunktion wird die absolute Differenz zwischen dem Zielwert und dem aktuellen Wert der Beschränkung berechnet. Wenn beispielsweise bei dem gleichen Problem A1 (Nachfrage) nicht höher als B1 (Zulieferungen) sein darf, könnte folgende Strafklausel zugewiesen werden: =*WENN(A1>B1, (A1-B1)^2, 0)*. Durch diese Art von Strafklausel wird gemessen, um wie viel die Beschränkung nicht eingehalten wird. Diese Differenz wird dann durch Quadrieren aufgebauscht. Dadurch ändert sich dann die Strafe danach, wie sehr eine Lösung gegen die Beschränkung verstößt.

Weitere Beispiele von Strafklauseln

Angenommen, Sie haben ein Fertigungsmodell erstellt, und zwar mit der Beschränkung, dass genau soviel Holz wie Kunststoff verwendet werden soll. Dieser Beschränkung wird entsprochen, wenn „MengeHolz" = „MengeKunststoff" ist. Da wir Lösungen finden wollen, bei denen genauso viel Holz wie Kunststoff verwendet wird, erstellen wir eine Strafklausel, die Lösungen davon abhalten soll, von unserem Ziel abzuweichen Durch die Formel „=ABS(MengeHolz-MengeKunststoff)" wird die absolute (positive) Differenz zwischen verwendeter Menge an Holz und Kunststoff berechnet. Mittels Funktion ABS() erhalten wird denselben Strafwert, ganz gleich, ob MengeHolz um 20 größer als MengeKunststoff oder MengeKunststoff um 20 kleiner als MengeHolz ist. Wenn wir dann das Modell

optimieren, ist es unser Ziel, den Mittelwert der Simulationsergebnisse dieser absoluten Differenz zu minimieren.

Angenommen, wir bürden der Lösung stattdessen folgende Beschränkung auf: Es muss doppelt so viel Holz wie Kunststoff verwendet werden. Die Strafklausel würde dann wie folgt aussehen:

=ABS(MengeHolz-MengeKunststoff*2)

Eine andere mögliche Beschränkung könnte sein, dass ***nicht weniger als*** doppelt so viel Holz wie Kunststoff verwendet werden soll. Während beim vorherigen Beispiel eine Strafe bei zu viel Holz auferlegt wurde, geht es hier nur darum, dass genügend Holz vorhanden sein muss. Selbst wenn hier MengeHolz zehnmal so groß wie MengeKunststoff ist, würden sich daraus keine Strafpunkte ergeben. Die entsprechende Strafklausel würde wie folgt aussehen:

=WENN(MengeHolz<MengeKunststoff*2,
ABS(MengeKunststoff*2-MengeHolz),0)

Sofern MengeHolz mindestens doppelt so groß wie MengeKunststoff ist, wird durch die Strafklausel der Wert 0 zurückgegeben. Andernfalls misst die Funktion, um wie viel geringer als doppelt der Wert für MengeHolz im Vergleich zu MengeKunststoff ist.

Verwendung von Strafklauseln

Nachdem Sie in Ihrem Modell Strafklauseln erstellt haben, die die weichen Beschränkungen beschreiben, können Sie diese Klauseln in die normale Zielzellformel einfügen, um so eine beschränkte Zielzellformel zu erhalten. Wenn in dem nachstehenden Beispiel in Zelle C8 die Gesamtkosten eines Projekts berechnet werden und die Zellen E3:E6 fünf Strafklauseln enthalten, können Sie in Zelle C10 z. B. eine Formel wie =SUM(C8; E3:E6) erstellen.

C10 =SUMME(C8;E3:E6)

	A	B	C	D	E
1		**Projektkosten**			
2			4.500		Beschränkungen
3			300		25
4			46.500		30
5			1.200		12
6			24.300		80
7			76.800		
8		**Gesamt**	**153.600**		
9					
10			153.747		

Eine Zelle erstellen, durch die die Beschränkungen zum Gesamtwert hinzugefügt werden und der Mittelwert der Simulationsergebnisse für diese Zelle minimiert wird.

Hierdurch werden die Strafpunkte in Spalte E zu den Kosten in C8 hinzugefügt, um so die mit Strafpunkten versehene Kostenfunktion in C10 zu erhalten. Wenn es sich hier um ein Maximierungsproblem handeln würde, würden die Strafpunkte nicht zur ursprünglichen Zielzelle hinzugezählt, sondern davon abgezogen. Bei Verwendung von RISKOptimizer brauchen Sie dagegen nur diese beschränkte Zelle C10 als die neue Zielzelle auswählen, deren Simulationsstatistik optimiert werden soll.

Wenn RISKOptimizer versucht, eine beschränkte Statistik für die Zielzelle zu optimieren, steuern die Strafklauseln die Suche in Richtung der Szenarien, die den Beschränkungen entsprechen. Schließlich wird RISKOptimizer dann zu Lösungen kommen, die gute Antworten darstellen und fast allen Beschränkungen genau entsprechen (d. h. die Strafklauseln werden Werte zeigen, die nahe an 0 liegen).

Mehrfache Zielprobleme

Im Zielzellenfeld von RISKOptimizer kann nur eine Zelle angegeben werden, aber Sie können trotzdem mit mehreren Zielen arbeiten, indem Sie eine Funktion erstellen, durch die zwei Zielwerte zu einem Zielwert zusammengeführt werden. Angenommen, Sie sind ein Kunststoffwissenschaftler und versuchen, eine Substanz zu entwickeln, die flexibel, aber auch sehr haftbar ist. Durch Ihr Modell werden Haltbarkeit, Flexibilität und Gewicht berechnet, die sich aus verschiedenen chemischen Kombinationen ergeben würden. Die anpassbaren Variablen des Problems bestehen aus den zu verwendenden Mengen der einzelnen Chemikalien.

Da Sie die Haltbarkeit der Substanz (Zelle S3), aber auch deren Flexibilität (Zelle F3) maximieren möchten, würden Sie in diesem Fall eine neue Zelle erstellen, die folgende Formel enthält: =(S3+F3). Das würde dann Ihre neue Zielzelle sein und je höher dieser Wert steigt, desto besser die Gesamtlösung.

Falls Flexibilität wichtiger als Haltbarkeit ist, könnten wir die Formel in der Zielzelle auch auf =(S3+(F3*2)) ändern. Dadurch würden Szenarien, die die Flexibilität in bestimmter Weise erhöhen würden, besser aussehen (d. h. eine höher Fitnesswertung ergeben) als Szenarien, die nur die Haltbarkeit entsprechend erhöhen.

Wenn Sie die Haltbarkeit der Substanz (Zelle S5) maximieren, aber gleichzeitig das Gewicht der Substanz (Zelle W3) minimieren möchten, würden Sie eine neue Zelle mit folgender Formel erstellen: =(S5^2)-(W5^2). Diese Formel würde einen höheren Wert für „haltbar und leicht“ und einen niedrigeren Wert für „haltbar und schwer“ sowie gleichermaßen durchschnittliche Werte für „nicht so haltbar, aber leicht“ und „haltbar, aber schwer“ ergeben. Sie würden daher diese neue Zelle als die Zielzelle verwenden und deren Mittelwert so maximieren, dass möglichst beide Zielwerte erreicht werden.

Optimierungsbeschleunigung

Bei der Problemlösung mittels RISKOptimizer verwenden Sie sowohl die RISKOptimizer-Bibliothek der kompilierten Routinen (um den Prozess zu steuern) als auch die Kalkulationstabellen-Auswertungsfunktion in Excel (um verschiedene Szenarien zu untersuchen). Ein großer Prozentsatz der durch RISKOptimizer verwendeten Zeit wird eigentlich von Excel zur Neuberechnung Ihrer Kalkulationstabelle benutzt. Sie können RISKOptimizer auf verschiedene Weise helfen, die Optimierung zu beschleunigen, und gleichzeitig auch für einen schnelleren Neuberechnungsprozess in Excel sorgen.

- Die Geschwindigkeit von RISKOptimizer hängt direkt von der Geschwindigkeit des Prozessors in Ihrem Computer ab. Ein Pentium/200-Prozessor ist ungefähr doppelt so schnell wie ein Pentium/100-Prozessor. Das bedeutet, dass RISKOptimizer doppelt so viele Auswertungen in derselben Zeit vornehmen kann, wenn Sie mit einem Pentium/200 anstatt mit einem Pentium/100 arbeiten.
- Probieren Sie verschiedene Simulationsanhaltebedingungen aus. Eine Modell sollte anfangs mit nur wenigen Iterationen pro Simulation ausprobiert werden. Sobald Sie dann sicher sind, dass Ihr Modell und die Beschränkungen wie gewünscht funktionieren, sollten Sie durch RISKOptimizer bestimmen lassen, wie viele Iterationen pro Simulation ausgeführt werden sollen, Indem Sie **Bei effektiver Konvergenz anhalten** oder **Bei projektierter Konvergenz anhalten** wählen. Die Einstellung **Bei projektierter Konvergenz anhalten** ergibt schnellere Optimierungen als **Bei effektiver Konvergenz anhalten**.
- Erhöhen Sie die Einstellung für **Konvergenztoleranz**, wenn Sie die Simulationsanhaltebedingung **Bei effektiver Konvergenz anhalten** oder **Bei projektierter Konvergenz anhalten** verwenden. Dadurch wird verhindert, dass RISKOptimizer unnötige Iterationen ausführt, die keinen großen Einfluss auf die Simulationsstatistiken haben. Die Option **Konvergenztoleranz** darf aber nicht zu hoch eingestellt werden, um keine instabilen Simulationsergebnisse zu erhalten.

- Sie sollten möglichst nicht im Fenster neu zeichnen. Das Darstellen von Diagrammen und Nummern auf dem Bildschirm erfordert viel Zeit; mitunter mehr als 50% der Zeit, die für das gesamte Optimieren erforderlich ist! Wenn Sie Diagramme oder Grafiken auf dem Arbeitsblatt haben, dauert dadurch das Neuberechnen erheblich länger. Sie können Excel veranlassen, sich nicht mit grafischer Darstellung zu befassen, während RISKOptimizer mit der Lösung eines Problems beschäftigt ist. Sie brauchen zu diesem Zweck im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ nur die Option *Anzeige aktualisieren* deaktivieren oder das Excel-Arbeitsblatt minimieren. In der Statusleiste können Sie dann sehen, um wie viel schneller am Problem gearbeitet wird.

- Sobald sich RISKOptimizer einer Lösung angenähert hat und die beste Lösung durch die letzten 1000 Versuche nicht mehr verbessert werden konnte, sollten Sie vielleicht die Mutationsrate erhöhen, um RISKOptimizer zu ermöglichen, die Lösungssuche zu erweitern, anstelle in der aktuellen Population weiter nach verfeinerten Lösungen zu suchen, was hauptsächlich durch „Crossover“ geschehen würde. Die Mutationsrate kann über das RISKOptimizer-Überwachungsprogramm erhöht werden, und zwar mithilfe des Befehls **Populationseinstellungen**.

- Stellen Sie die Bereiche, in die die anpassbaren Zellen fallen müssen, enger ein. Dadurch wird der Raum kleiner, in dem RISKOptimizer nach Lösungen suchen kann, und wird somit dieser Prozess beschleunigt. Achten Sie darauf, dass die Bereiche RISKOptimizer genügend Spielraum lassen, um alle realistischen Lösungen zu untersuchen.

Implementierung der Optimierung in RISKOptimizer

In diesem Abschnitt wird genauer beschrieben, wie in RISKOptimizer die Optimierungsalgorithmen implementiert werden.

HINWEIS: Diese Informationen sind nicht unbedingt erforderlich, um* RISKOptimizer *verwenden zu können.

Die meisten in RISKOptimizer verwendeten gentechnischen Algorithmustechniken, wie z. B. die Lösungsmethoden ***Formulierung*** und ***Reihenfolge***, beruhen auf wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete des gentechnischen Algorithmus, die in den letzten zehn Jahren stattgefunden haben. Aber die meisten in RISKOptimizer enthaltenden Lösungsmethoden in Bezug auf „Nachwuchslösungen" und die verschiedenen Gruppen von anpassbaren Zellen sowie auch die Rückverfolgungs-, Strategie- und Wahrscheinlichkeitsfunktionen sind einzigartig und nur in RISKOptimizer vorhanden.

RISKOptimizer verwendet die Stationärmethode. Das bedeutet, dass nur ein Organismus zur Zeit und nicht die ganze „Generation" ersetzt wird. Diese Technik hat sich als ebenso gut oder sogar besser als die Generationsersetzungsmethode erwiesen. Um herauszufinden, wie viele „Generationen" durch RISKOptimizer ausgeführt wurden, brauchen Sie nur die Anzahl der einzelnen Versuche durch die Populationsgröße dividieren.

Auswahl

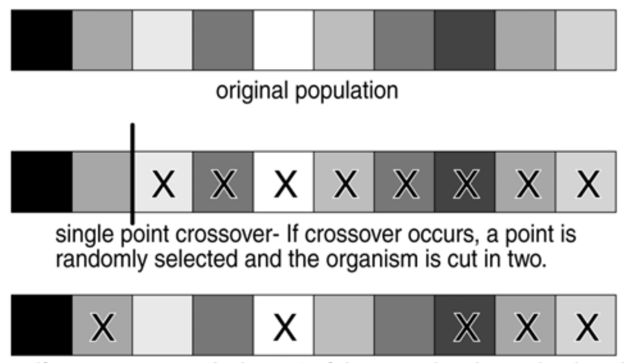
Wenn ein neuer Organismus erstellt werden soll, werden Vorgängerorganismen (Eltern) in der aktuellen Population ausgewählt. Organismen mit hoher Fitnesswertung werden als Vorgänger bevorzugt.

In RISKOptimizer werden diese Vorgänger durch einen rangbasierten Mechanismus ausgewählt. Anstelle eines gentechnischen Algorithmussystems, in dem die Vorgängerorganismen strikt nach ihrer Reproduktionsfitness ausgewählt werden, bietet die Rangordnungsmethode eine ausgeglichenere Auswahlswahrscheinlichkeitskurve. Dadurch wird vermieden, dass gleich von Anfang an nur gute Organismen in die Evolution einbezogen werden.

Crossover

Da die Variablen je nach Lösungsmethode jeweils anders angepasst werden, verwendet RISKOptimizer eine unterschiedliche Crossover-Routine, die speziell für diese Art von Problem optimiert ist.

Die elementare Lösungsmethode „Formulierung" verwendet für das Crossover eine einheitliche Crossover-Routine. Anstatt die Variablenliste im betreffenden Szenario an irgendeiner Stelle abzuhacken und dann mit den sich daraus ergebenden zwei Blöcken („Einzelpunkt"- oder „Doppelpunkt"-Crossover genannt) zu arbeiten, werden einfach zwei Gruppen erstellt, indem Elemente wahlfrei für die eine oder die andere Gruppe ausgewählt werden. Herkömmliche *x*-Punkt-Crossovers könnten die Suche evtl. durch belanglose Variablenpositionen beeinflussen, während die gleichförmige Crossover-Methode als vorteilhafter angesehen wird, weil sie das Schema besser aufrecht erhält und auch jedes beliebige Schema aus den beiden Vorgängerelementen (Eltern) generieren kann.



Durch die Lösungsmethode „Reihenfolge" wird das Crossover mithilfe eines Algorithmus ausgeführt, der so ähnlich wie der „Reihenfolge"-Crossover-Operator funktioniert, der von L. Davis im *Handbook of Genetic Algorithms* beschrieben ist.* Durch diesen Operator wird ein Teil des Organismus wahlfrei in Vorgänger 1 ausgewählt und auf Vorgänger 2 (den Partner) übertragen. Anschließend werden die noch verbleibenden Teile ebenfalls in den Vorgänger 2 kopiert, und zwar in derselben Reihenfolge wie in Vorgänger 1. Dadurch bleibt etwas von den Unterreihenfolgen in den ursprünglichen Vorgängerorganismen (Eltern) erhalten, während gleichzeitig einige neue Unterreihenfolgen erstellt werden.

* Davis, Lawrence (1991). Handbook of Genetic Algorithms. New York: Van Nostrand Reinhold.

Mutation

Genau wie beim Crossover sind auch die Mutationsmethoden den einzelnen unterschiedlichen Lösungsmethoden angepasst. Durch die elementare Lösungsmethode „Formulierung" wird die Mutation dadurch ausgeführt, dass jede Variable einzeln betrachtet wird. In dem Organismus wird ein zufälliger Wert zwischen 0 und 1 für die einzelnen Variablen generiert und wenn eine Variable einen Wert erhält, der nicht höher als die Mutationsrate (z. B. 0,06) liegt, wird diese Variable mutiert. Art und Höhe der Mutation werden automatisch durch einen proprietären Algorithmus bestimmt. Das Mutieren einer Variable besteht darin, dass diese innerhalb des Min-Max-Bereichs durch einen zufällig oder wahlfrei generierten Wert ersetzt wird.

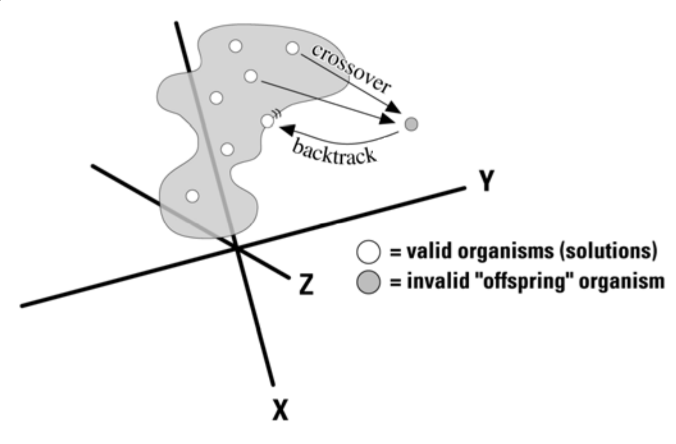
Um alle Originalwerte beizubehalten, führt die Lösungsmethode „Formulierung" die Mutation dadurch aus, dass die Positionen einiger Variablen in dem Organismus einfach ausgetauscht werden. Die Anzahl der Austausche wird proportional zur Erhöhung oder Reduzierung der Mutationsrateneinstellung im Bereich von 0 bis 1 erhöht oder reduziert.

Ersetzung

Da in RISKOptimizer eine Rangordnungs- anstelle einer Generationsersetzungsmethode verwendet wird, werden die untauglichsten Organismen stets durch den neuen Organismus ersetzt, der durch Auswahl, Crossover und Mutation erstellt wurde, und zwar ganz unabhängig von der Fitnesswertung.

Beschränkungen

Harte Beschränkungen werden mithilfe der proprietären Rückverfolgungstechnik von Palisade implementiert. Falls ein neuer Nachwuchsorganismus gegen einige extern auferlegte Beschränkungen verstößt, geht RISKOptimizer zurück zu einem der Vorgängerorganismen (Eltern) und ändert den Nachwuchsorganismus, bis dieser sich innerhalb des gültigen Lösungsraums befindet.



Anhang A: Automatisierung von RISKOptimizer

VBA

RISKOptimizer enthält eine vollständige Makrosprache, mit deren Hilfe benutzerdefinierte Anwendungen erstellt werden können, für die alle Funktionsfähigkeiten von RISKOptimizer verfügbar sind. Angepasste RISKOptimizer-Funktionen können in VBA (Visual Basic for Applications) verwendet werden, um Optimierungen einzurichten und auszuführen sowie anschließend die Optimierungsergebnisse anzuzeigen. Weitere Informationen über diese Programmierschnittstelle sind im Hilfedokument zum Entwickler-Kit zu finden, das in RISKOptimizer über das Hilfemenü verfügbar ist.

Anhang B: Problembehandlung / Fragen und Antworten

Problembehandlung / Fragen und Antworten

In diesem Abschnitt werden einige häufig gestellten Fragen hinsichtlich RISKOptimizer beantwortet und werden Sie über allgemeine Fragen, Probleme und Vorschläge auf dem Laufenden gehalten. Nachdem Sie diesen Abschnitt durchgelesen haben, können Sie nötigenfalls den Kundendienst von Palisade unter den im ersten Kapitel dieses Handbuchs genannten Rufnummern anrufen.

Frage: **Warum habe ich Schwierigkeiten, eine gültige Antwort von RISKOptimizer zu erhalten?**

Antwort: Achten Sie darauf, dass das Dialogfeld in RISKOptimizer ordnungsgemäß eingerichtet ist. Die meisten Probleme haben mit dem Einstellen der Variablen zu tun. Die einzelnen Gruppen von anpassbaren Zellen sollten alle exklusiv ein, d. h. es sollte keine Zelle und auch keinen Zellenbereich geben, die bzw. der durch mehr als eine Lösungsmethode wahrgenommen wird.

Frage: **Kann RISKOptimizer auch Konzepte oder Kategorien handhaben oder nur Zahlen?**

Antwort: RISKOptimizer kann indirekt mit allen möglichen Daten arbeiten, da Zahlen in dem Programm nur Symbole sind. Verwenden Sie die Verweistabelle in Excel, um Ganzzahlen in Textzeichenfolgen umzusetzen. RISKOptimizer (genau wie alle anderen Computerprogramme) kann letzten Endes nur mit Zahlen arbeiten, aber Ihre Schnittstelle kann diese Zahlen dazu verwenden, jede beliebige Zeichenfolge darzustellen und anzuzeigen.

Frage: **Warum findet RISKOptimizer mitunter unterschiedliche Lösungen, obwohl ich in die Dialogfelder immer dasselbe eingebe und auch die zur Ausführung verwendete Zeitspanne stets die gleiche ist?**

Antwort: Genau wie bei der natürlichen Auslese in der biologischen Welt, wird in RISKOptimizer der gentechnische Algorithmus beim Suchen nach Lösungen nicht immer denselben Weg gehen (es sei denn, Sie verwenden einen festen Ausgangszufallswert). Sonderbarerweise ist es gerade diese Unberechenbarkeit, die RISKOptimizer ermöglicht, viele verschiedene Arten von Problemen zu lösen und oft auch bessere Lösungen zu finden, als durch herkömmliche Techniken möglich ist. Das gentechnische Algorithmussystem von RISKOptimizer führt nicht nur eine Reihe von vorprogrammierten Befehlen aus oder holt sich Werte aus einer mathematischen Formel, sondern experimentiert auch auf effiziente Weise gleichzeitig mit vielen wahlfreien hypothetischen Szenarien, um dann mithilfe von vielen „Natürliche Auslese“-Operatoren die Suche noch zu verfeinern. Auch enthalten diese Operatoren oft Zufallselemente.

Frage: **Warum ändert sich die bisher beste Lösung nicht mehr?**

Antwort: Vielleicht haben Sie im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ die falsche Zielzelle angegeben. RISKOptimizer sieht dann nur diese leere Zelle und der Wert kann sich nicht ändern, weil dort keine Formel vorhanden ist. Um dieses Problem beizulegen, sollten Sie das Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ anzeigen und dann eine ordnungsgemäße Zielzelle auswählen, die genau zeigt, wie gut bzw. schlecht die einzelnen möglichen Lösungen sind. Eine ordnungsgemäße Zelle enthält eine Formel, die direkt oder indirekt von den Variablen abhängt, die durch RISKOptimizer angepasst werden sollen (anpassbare Zellen).

Frage: **Einige Zellen in meinem Kalkulationstabellenmodell enthalten „####“-Symbole.**

Antwort: Wenn die Zelle zu klein ist, um den gesamten Inhalt anzuzeigen, sind mehrere „####“-Zeichen zu sehen. Sie sollten in diesem Fall die Zelle vergrößern.

Frage: **RISKOptimizer arbeitet ok, aber gibt es einen einfachen Weg, um bessere Ergebnisse zu erzielen?**

Antwort: Versuchen Sie, die Beschränkungen im Problem, einschließlich der Variablenbereiche, etwas zu lockern. Ändern Sie die harten in weiche Beschränkungen, und zwar mithilfe von Strafklauseln (siehe „Hinzufügen von Beschränkungen" in Kapitel 8: RISKOptimizer-Extras). RISKOptimizer kann vielleicht durch zu viele Beschränkungen nicht alle Möglichkeitsbereiche untersuchen, die evtl. bessere Ergebnisse bringen würden. Je mehr Zeit Sie RISKOptimizer zum Untersuchen der Möglichkeiten geben, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine optimale Lösung gefunden wird. Weitere Anregungen in Bezug auf Feinabstimmung von RISKOptimizer sind in Kapitel 8: RISKOptimizer-Extras zu finden.

Je mehr Szenarien durch RISKOptimizer ausgeführt werden können, desto besser. Sie können den RISKOptimizer-Prozess beschleunigen, indem Sie unter „Anzeige aktualisieren" die Option „Jede Neuberechnung" deaktivieren.

Anhang C: Zusätzliche Ressourcen

Zusätzliche Lernhilfen

In folgender Liste sind einige interessante, ausgewählte Lesematerialien in Bezug auf gentechnische Algorithmen und künstliches Leben aufgeführt. Ein Stern (*) bedeutet, dass die Lektüre von Palisade empfohlen wird.

Bücher

• Bolles, R.C., & Beecher, M.D, (Eds.). (1988). „Evolution and Learning", Lawrence Erlbaum

• Beer, R.D (1990), „Intelligence as Adaptive Behavior: An Experiment in Computational Neuroethology", Academic Press

Davis, Lawrence (1987), „Genetic Algorithms and Simulated Annealing", Palo Alto, CA: Morgan Kaufman

Davis, Lawrence (1991), „Handbook of Genetic Algorithms", New York: Van Nostrand Reinhold

• Darwin, Charles (1985), „On The Origin of Species", London: Penguin Classics, (urpsrünglich 1859)

* Dawkins, Richard (1976), „The Selfish Gene", Oxford University Press

• Eldredge, N. (1989), „Macroevolutionary Dynamics: Species, Niches, and Adaptive Peaks", McGraw-Hill

• Fogel, L., Owens, J. und Walsh, J. (1966), „Artificial Intelligence through Simulated Evolution", New York: John Wiley and Sons

• Goldberg, David (1989), „Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Reading, MA: Addison-Wesley Publishing

• Holland, J.H. (1975), „Adaptation in Natural and Artificial Systems", Ann Arbor, MI: University of Michigan Press

• Koza, John (1992), „Genetic Programming", Cambridge, MA: MIT Press

* Langton, C.L. (1989), „Artificial Life", MIT Press [ALife I]

• Levy, Steven (1992), „Artificial Life", New York: Pantheon

• Meyer, J.-A., & S.W. Wilson (Eds). (1991), „Proceedings of the First International Conference on Simulation of Adaptive Behavior: From Animals to Animats“, MIT Press/Bradford Books

* „Proceedings of the Sixth International Conference (ICGA) on Genetic Algorithms“ (1995), San Mateo, CA: Morgan Kaufman Publishing (Die ersten fünf ICGA-Tagungsberichte sind ebenfalls verfügbar).

• „Proceedings of the Workshop on Artificial Life“ (1990), Christopher G. Langton, Senior Editor, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing

• Rawlins, Gregory (1991), „Foundations of Genetic Algorithms“, San Mateo, CA: Morgan Kaufman Publishing

• Richards, R.J. (1987), „Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior“, U. Chicago Press

• Williams, G.C. (1966), „Adaptation and Natural Selection“, Princeton U. Press

Artikel

* Antonoff, Michael (Oktober 1991), „Software by Natural Selection“, Popular Science, Seite 70-74

• Arifovic, Jasmina (Januar 1994), „Genetic Algorithm Learning and the Cobweb Model“, in Journal of Economic Dynamics & Control v18, Seite 3

* Begley, S (8. Mai 1995), “Software au Naturel”, in Newsweek, Seite 70

• Celko, Joe (April 1993), „Genetic Algorithms and Database Indexing“, in Dr. Dobb’s Journal, Seite 30

• Ditlea, Steve (November 1994), „Imitation of Life“, in Upside Magazine, Seite 48

• Gordon, Michael (June 1991), „User-based Document Clustering by Redescribing Subject Descriptions with a Genetic Algorithm“, in Journal of the American Society for Information Science v42, Seite 311

• Hedberg, Sara (September 1994), „Emerging Genetic Algorithms“, in AI Expert, Seite 25-29.

• Hinton, G.E., & Nowlan, S.J. (1987), „How Learning Can Guide Evolution“, in Complex Systems 1: Seite 495-502

• Gordon, Michael (Juni 1995) „Genetic Algorithms: Digital Darwinism“ in Hitchhicker’s Guide to Artificial Intelligence, Miller Freeman Publishers

• Kennedy, Scott (Dezember 1993), „Five Ways to a Better GA“ in AI Expert, Seite 35-38

• Lane, A (Juni 1995), „The GA Edge in Analyzing Data“, in AI Expert, Seite 11

• Lee, Y.C. (Ed.). (1988), „Evolution, learning, and cognition“, in World Scientific

- Levitin, G and Rubinovitz, J (August 1993), „Genetic Algorithm for Linear and Cyclic Assignment Problem“, in Computers & Operations Research v20, Seite 575
- Marler, P., & H.S. Terrace. (Eds.). (1984), „The Biology of Learning“, Springer-Verlag
- Mendelsohn, L. (Dezember 1994), „Evolver Review“ in Technical Analysis of Stocks and Commodities, Seite 33
- Maynard Smith, J. (1987), „When Learning Guides Evolution“, in Nature 329: Seite 761-762
- Gordon, Michael (Juni 1994), „Tuning Neural Networks with Genetic Algorithms“, in AI Expert, Seite 27
- Wayner, Peter (Januar 1991), „Genetic Algorithms: „Programming Takes a Valuable Tip from Nature“, in Byte Magazine, v16, Seite 361

Magazine und Mitteilungsblätter

- „Advanced Technology for Developers“ (monatliches Mitteilungsblatt), Jane Klimasauskas, Ed., High-Tech Communications, 103 Buckskin Court, Sewickley, PA 15143 (412) 741-7699
- „AI Expert“ (monatliches Magazin), Larry O’Brien, Ed., 600 Harrison St., San Francisco, CA 94107 (415) 905-2234. *„AI Expert“ wird seit Frühling 1995 nicht mehr herausgegeben, aber die alten Ausgaben enthalten viele nützliche Artikel. Miller-Freeman, San Francisco
- „Applied Intelligent Systems“ (zweimonatliches Mitteilungsblatt), New Science Associates, Inc. 167 Old Post Rd., Southport, CT 06490 (203) 259-1661
- „Intelligence“ (monatliches Mitteilungsblatt), Edward Rosenfeld, Ed., PO Box 20008, New York, NY 10025-1510 (212) 222-1123
- „PC AI Magazine“ (monatliches Magazin), Joseph Schmuller, Ed., 3310 West Bell Rd., Suite 119, Phoenix, AZ 85023 (602) 971-1869
- „Release 1.0“ (monatliches Mitteilungsblatt), Esther Dyson, Ed., 375 Park Avenue, New York, NY 10152 (212) 758-3434
- „Sixth Generation Systems“ (monatliches Mitteilungsblatt), Derek Stubbs, Ed., PO Box 155, Vicksburg, MI, 49097 (616) 649-3592

Einführung in die Simulation

Wenn die Simulation etwas Neues für Sie ist oder wenn Sie nach weiteren Hintergrundinformationen über diese Methode suchen, sind die folgenden Bücher und Artikel zu empfehlen:

* Baird, Bruce F., Managerial Decisions Under Uncertainty: John Wiley & Sons, Inc. 1989

* Clemen, Robert T., Making Hard Decisions: Duxbury Press, 1990

Hertz, D.B., „Risk Analysis in Capital Investment“: HBR Classic, „Harvard Business Review“, September/Oktober 1979, Seite 169-182.

Hertz, D.B. und Thomas, H., Risk Analysis and Its Applications: John Wiley & Sons, New York, NY, 1983

• Megill, R.E. (Editor), Evaluating and Managing Risk: PennWell Books, Tulsa, OK, 1984

• Megill, R.E., An Introduction to Risk Analysis, 2nd Ed.: PennWell Books, Tulsa, OK, 1985

• Morgan, M. Granger und Henrion, Max, mit einem Kapitel von Mitchell Small, Uncertainty: Cambridge University Press, 1990

Newendorp, P.D., Decision Analysis for Petroleum Exploration: Petroleum Publishing Company, Tulsa, Okla., 1975

• Raiffa, H., Decision Analysis: Addison-Wesley, Reading, Mass., 1968

Technische Unterlagen über Simulation und Monte Carlo-Methode

Wenn Sie an eingehenden technischen Unterlagen über Simulation, Probenerhebungsmethoden und Statistiktheorie interessiert sind, finden Sie möglicherweise unter folgenden Büchern das Richtige:

• Iman, R. L., Conover, W.J. „A Distribution-Free Approach To Inducing Rank Correlation Among Input Variables“: Commun. Statist.-Simula. Computa.(1982) 11(3), 311-334

* Law, A.M. und Kelton, W.D., Simulation Modeling and Analysis: McGraw-Hill, New York, NY, 1991,1982

Rubinstein, R.Y., Simulation and the Monte Carlo Method: John Wiley & Sons, New York, NY, 1981

Technische Unterlagen über die Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube“

Wenn Sie mehr über die verhältnismäßig neue Probenerhebungsmethode „Latin Hypercube“ wissen möchten, empfehlen wir eine der folgenden Lesequellen:

- Iman, R.L., Davenport, J.M., und Zeigler, D.K. „Latin Hypercube Sampling (A Program Users Guide)“: Technical Report SAND79-1473, Sandia Laboratories, Albuquerque (1980)
- Iman, R.L. und Conover, W.J., „Risk Methodology for Geologic Disposal of Radioactive Waste: A Distribution - Free Approach to Inducing Correlations Among Input Variables for Simulation Studies“: Technical Report NUREG CR 0390, Sandia Laboratories, Albuquerque (1980)
- McKay, M.D, Conover, W.J., und Beckman, R.J. „A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code“: Technometrics (1979) 211, 239-245
- Startzman, R. A. und Wattenbarger, R.A., „An Improved Computation Procedure for Risk Analysis Problems With Unusual Probability Functions“: SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium Proceedings, Dallas (1985)

Beispiele und Fallstudien bezüglich Verwendung von Simulationen

Die folgende Lektüre befasst sich mit Fallstudien unter Verwendung der Simulation in Alltagssituationen:

Hertz, D.B. und Thomas, H., Practical Risk Analysis - An Approach Through Case Histories: John Wiley & Sons, New York, NY, 1984

* Murtha, James A., Decisions Involving Uncertainty, An @RISK Tutorial for the Petroleum Industry: James A. Murtha, Houston, Texas, 1993

Newendorp, P.D., Decision Analysis for Petroleum Exploration: Petroleum Publishing Company, Tulsa, Okla., 1975

- Pouliquen, L.Y., „Risk Analysis in Project Appraisal“: „World Bank Staff Occasional Papers Number Eleven“, John Hopkins Press, Baltimore, MD, 1970

* Trippi, Robert R. und Truban, Efraim, Neural Networks: In Finance and Investing: Probus Publishing Co., 1993

Glossar

Weitere Informationen über diese Ausdrücke sind im RISKOptimizer-Index (nächstes Kapitel) zu finden.

Abhängige Variable

Eine abhängige Variable hängt in irgendeiner Form von den Werten anderer Variablen ab. Es kann z. B. sein, dass der Wert einer unbestimmten abhängigen Variable in Form einer Funktion anderer unbestimmter Modellvariablen aus einer Gleichung berechnet wird. Es ist aber auch möglich, dass die abhängige Variable aus einer Verteilung erhoben wird, und zwar auf Basis einer Zufallszahl, die mit einer anderen Zufallszahl, die zur Probenerhebung bei einer unabhängigen Variable verwendet wird, in Korrelation steht.
Siehe „Unabhängige Variable“

Algorithmus

Eine mathematische schrittweise Problemlösungsmethode. Alle Computerprogramme werden z. B. durch Kombination vieler Algorithmen entwickelt.

Anpassbare Zelle

Eine Kalkulationstabellenzelle, deren Wert durch RISKOptimizer angepasst werden kann, um den Wert der Zielzelle zu optimieren. Eine anpassbare Zelle ist ein variabler Wert und sollte immer eine einfache Zahl (und keine Gleichung) enthalten.

Baby-Solver

Jargon – Einfache Softwareprogramme, um die Eingaben zu suchen, die die gewünschte Ausgabe ergeben, und zwar durch Verwendung einer Kombination von linearen Programmierungstechniken oder elementaren „Hill-Climbing“-Algorithmen. Baby-Solvers gehen oft von Schätzungen aus und verfeinern dann die Antwort, um zu einer „Lokallösung“ anstatt einer „Globallösung“ zu kommen.

Bereiche

In RISKOptimizer:
Der Benutzer stellt den Bereich oder den höchsten und den geringsten Wert ein, der in RISKOptimizer beim Anpassen einer bestimmten Variable ausprobiert werden soll. Das Einstellen dieser Bereiche ist zwar nicht unbedingt notwendig, um ein Problem zu lösen, begrenzt aber die Möglichkeiten und beschränkt dadurch in RISKOptimizer die Suche, wodurch diese beschleunigt wird.

In Excel:
Ein Bereich ist ein Block von zusammenhängenden Zellen in einem Arbeitsblatt, der durch die obere linke und die untere rechte Zelle begrenzt wird (A5:C9 beschreibt zum Beispiel einen Bereich von 15 Zellen).

Beschränkungen

Beschränkungen sind Bedingungen, die eingehalten werden sollten (weicher Beschränkungen) oder eingehalten werden müssen (harte Beschränkungen), damit ein Szenario als gültig angesehen werden kann.

Crossover

Im genbasierten Zusammenhang ist „Crossing-over" ein Austausch von gleichwertigem genetischen Material zwischen homologen Chromatiden während der Meiose. In RISKOptimizer wird der Begriff „Crossover" dazu verwendet, um das rechnerische Crossover-Äquivalent zum Ausdruck zu bringen, bei dem ein Austausch zwischen Variablen neue Szenario-Kombinationen ermöglicht.

Deterministisch

Der Begriff „deterministisch" weist darauf hin, dass ein gegebener Wert oder eine gegebene Variable mit keiner Unbestimmtheit verknüpft ist.

Dialogfeld

Das Fenster auf dem Computerbildschirm, in dem der Benutzer aufgefordert wird, Informationen einzugeben. Wird auch „Dialogfenster" genannt. In RISKOptimizer sind zwei hauptsächliche Dialogfelder vorhanden, das Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell" und das Dialogfeld „Anpassbare Zellen".

Diskontinuierliche Verteilung

Eine diskontinuierliche Verteilung ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, bei der nur eine endliche Anzahl von diskreten Werten zwischen dem Minimum und dem Maximum möglich ist.
Siehe „Kontinuierliche Verteilung"

Feld

Die elementare Einheit der Dateneingabe. Ein Feld kann je nach Feldtyp Text, Bilder oder Zahlen enthalten. In RISKOptimizer-Dialogfenstern sind die meisten Felder dazu da, die Position von Kalkulationstabellenzellen einzugeben oder auch Optionen darüber, wie RISKOptimizer sich verhalten soll.

Fitnessfunktion

Dies ist eine Formel, durch die berechnet werden kann, wie gut oder schlecht eine für das gegebene Problem vorgeschlagene Lösung ist. Der Begriff wird oft auf dem Gebiet des gentechnischen Algorithmus sinngemäß zu Fitness bei der natürlichen Auslese verwendet. Das Einrichten einer präzisen Fitnessfunktion ist bei Verwendung eines gentechnischen Algorithmus zur Problemlösung äußerst wichtig. Das

Simulationsergebnis dieser Fitnessfunktion wird zum Zielwert, der dann optimiert werden soll.

Funktionen

In Excel handelt es sich bei einer Funktion um eine vordefinierte Formel, in die ein Wert eingegeben wird, um den Vorgang auszuführen und dann einen Wert zurückzuerhalten. Excel enthält Hunderte von vordefinierten Formeln (wie z. B. SUM), durch die Zeit und Platz gespart wird und die auch schneller ausgeführt werden können. Anstelle von A1+A2+A3+A4+A5+A6 kann beispielsweise SUM(A1:A6) eingegeben und so das gleiche Ergebnis erzielt werden.

Generation

Auf dem Gebiete des gentechnischen Algorithmus wird jede neue Population von „Nachwuchs"-Lösungen eine neue „Generation" genannt. Bei einigen gentechnischen Algorithmus-Routinen werden alle Organismen in einer Population sofort automatisch „gepaart", um so eine neue „Generation" von Nachwuchsorganismen zu generieren, durch die dann die vorherige Population ersetzt wird. In RISKOptimizer wird jeweils nur ein Organismus zur Zeit ausgewertet und ersetzt (Rangordnungsanalyse). Der Begriff „Generation" wird daher in der RISKOptimizer-Dokumentation nicht verwendet. Diese Technik funktioniert genauso gut wie die Generationsersetzungsmethode.

Genotyp

In der Biologie handelt es sich hierbei um die genetische Zusammensetzung einer Person. Der Begriff bezieht sich auf die Erbmasse einer Person. In GA-Studien wird durch den Begriff „Genotyp" das künstliche „Chromosom" beschrieben, das als mögliche Problemlösung ausgewertet wird.

Gentechnischer Algorithmus

Ein Verfahren, um die Ergebnisse einiger Arbeitsgänge zu verbessern, und zwar durch wiederholtes Ausprobieren mehrerer möglicher Lösungen sowie Reproduzieren und Mischen von verschiedenen Komponenten der besseren Lösungen. Dieser Prozess ähnelt in grober Weise der Evolution in der biologischen Welt, wo der tauglichste Organismus überlebt und sich fortpflanzt.

Globales Maximum

Der größte mögliche Wert für eine Funktion. Komplexe Funktionen oder Modelle können evtl. viele lokale Maxima, aber nur ein globales Maximum haben.

Gruppe von anpassbaren Zellen

Jeder Satz von Variablen (zusammen mit der Art ihrer Verwendungsweise) ist eine Gruppe von anpassbaren Zellen. Im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell" werden alle Gruppen von anpassbaren Zellen unter „Variablen" aufgeführt. Durch diese Architektur können komplexe Probleme aufgebaut und in Form von mehreren Gruppen anpassbarer Zellen beschrieben werden.

Harte Beschränkungen Eine Beschränkung, die unbedingt eingehalten werden muss. In einem Formulierungsproblem werden die Bereiche für Variablen beispielsweise als harte Beschränkungen angesehen. Eine Variable, die auf einen Bereich zwischen 10 und 20 eingestellt ist, darf nie einen Wert von weniger als 10 oder mehr als 20 haben (*siehe auch „Weiche Beschränkungen“*).

Häufigkeitsverteilung Häufigkeitsverteilung nennt man in RISKOptimizer die Ausgabe-Wahrscheinlichkeitsverteilungen und die Eingabe-Histogrammverteilungen (HISTOGRM). Eine Häufigkeitsverteilung wird aus Daten aufgebaut, und zwar durch Anordnung von Werteklassen und durch Darstellung der Auftretenshäufigkeit in einer Klasse mittels Balkenhöhe. Die Auftretenshäufigkeit entspricht der Wahrscheinlichkeit.

Hill-Climbing-Algorithmus Ein Optimierungsvorgang, der mit einem bestimmten Szenario beginnt und dieses Szenario wiederholt in kleinen Schritten in eine Richtung bewegt, in der das Szenario sich am meisten verbessern kann. Hill-Climbing-Algorithmen sind schnell und einfach, haben aber zwei Nachteile. Erstens ist es vielleicht schwierig, die günstigste Richtung zu finden. Und zweitens wird meistens der nächstgelegene Hügel, d. h. das lokale Maximum, in Angriff genommen. Dadurch kann der Algorithmus bei einem schwierigen Problem oft nicht das globale Maximum finden.

Höchstwahrscheinlichkeitswert Der Höchstwahrscheinlichkeitswert oder Modus ist der Wert, der in einem Satz von Werten am häufigsten auftritt. In einem Histogramm und in einer Ergebnisverteilung handelt es sich dabei um den Mittelwert der Klasse oder des Balkens mit der höchsten Wahrscheinlichkeit.

Höhere Momente Höhere Momente sind Statistiken einer Wahrscheinlichkeitsverteilung. Dieser Begriff bezieht sich meistens auf die „Schiefe“ und „Wölbung“, d. h. auf das dritte bzw. vierte Moment. Beim ersten und zweiten Moment handelt es sich um den Mittelwert und die Standardabweichung. *Siehe „Schiefe“, „Wölbung“, „Mittelwert“, „Standardabweichung“*

Iteration Eine Iteration besteht aus einer Modellneuberechnung während einer Simulation. Die Simulation besteht aus vielen Neuberechnungen oder Iterationen. Bei jeder Iteration wird jeweils eine Werteprobe aus allen unbestimmten Variablen erhoben, und zwar in Übereinstimmung mit den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Variablen. Anschließend wird das Modell unter Verwendung dieser Zufallswerte neu berechnet. *Wird auch „Simulationsversuch“ genannt*

Kontinuierliche Verteilung

Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, bei der jeder Wert zwischen dem Minimum und dem Maximum möglich ist (endliche Wahrscheinlichkeit).
Siehe „Diskontinuierliche Verteilung“

Latin Hypercube

Die „Latin Hypercube“-Methode ist eine relativ neue geschichtete Probenerhebungsmethode, die beim Modellieren von Simulationen verwendet wird. Durch die geschichtete Probenerhebungsmethode (im Gegensatz zur Monte Carlo-Methode) wird die Konvergenz einer Verteilung meistens durch eine geringere Anzahl von Werteproben erreicht bzw. erzwungen.
Siehe „Monte Carlo“

Lokales Maximum

Der höchstmögliche Wert einer bestimmten Funktion in einem gegebenen Wertebereich. Ein lokales Maximum ist in einer Funktion in einem Satz von Variablenwerten vorhanden, wenn durch geringe Änderung des Wertes einer oder aller Variablen das Ergebnis der Funktion nicht mehr verbessert werden kann. (siehe auch „Globales Maximum“).

Lösung

Das System enthält viele Eingabevariablen, durch die eine Ausgabe generiert wird. In RISKOptimizer bezieht sich eine „Lösung“ häufiger auf eine der möglichen Variablenkombinationen als auf die *beste* Kombination.

Lösungsmethode

RISKOptimizer enthält sechs dieser Methoden und jede davon verwendet einen speziell angepassten Algorithmus, um eine bestimmte Art von Problemen zu lösen. Bei einem Problem muss der Benutzer jedem ausgewählten Variablensatz die Lösungmethode zuweisen, die für diese Variablen verwendet werden soll. Bei den sechs Lösungsmethoden handelt es sich um die Methoden „Gruppierung“, „Reihenfolge“, „Formulierung“, „Budget“, „Projekt“ und „Ablaufsplan“.

Mittelwert

Der Mittelwert eines Wertesatzes ist die Summe aller Werte im Satz, dividiert durch die Gesamtanzahl der Satzwerte. *Synonym: Erwarteter Wert*

Modell

In diesem Handbuch bedeutet „Modell“ eine numerische Darstellung einer realen Situation in Excel.

Monte Carlo

Der Name „Monte Carlo“ bezieht sich auf die traditionelle Probenerhebung aus Zufallsvariablen in der Simulationsmodellierung. Die Werteproben werden vollkommen willkürlich quer über den Bereich der Verteilung ausgewählt. Aus diesem Grunde ist eine große Anzahl von Werteproben erforderlich, um sehr „schiefe“ oder auseinandergezogene Verteilungen konvergent zu machen.
Siehe „Latin Hypercube“

Mutation In der biologischen Welt ist Genenmutation die Quelle von Variationen, die für effektive natürliche Auslese erforderlich sind. Ähnlicherweise werden im gentechnischen Algorithmus Mutationstechniken verwendet, um in einer Population von möglichen Szenarien die Vielfalt zu erhalten.

Natürliche Auslese Die Abstammungstheorie, die besagt, dass die für die Umwelt besser geeigneten Organismen auch eine bessere Chance haben, sich in die nächste Generation fortzupflanzen.

Optimierung Die Suche nach Werten für Variablen, sodass die Ausgabe einer Funktion maximiert (so groß wie möglich gemacht) oder minimiert (so klein wie möglich gemacht) werden kann. Die Optimierung durch Gleichungslösung ist bei unkomplizierter Änderung von Funktionen mit wenigen Variablen verhältnismäßig einfach, kann aber bei vielen Realproblemen recht schwierig sein. Für komplizierte Probleme wird meistens ein Suchmechanismus benötigt. In RISKOptimizer wird ein Optimierungsmechanismus verwendet, der auf einem gentechnischen Algorithmus basiert.

Organismus Ein Speicherblock in der Population, in dem ein Satz von variablen Werten (d. h., ein Szenario) gespeichert wird.

Perzentil Ein Perzentil ist ein Inkrement der Datensatzwerte. Durch Perzentilewerden die Daten in 100 gleiche Teile aufgeteilt, wobei jedes Perzentil dann 1% der Gesamtwerte enthält. Beim 60. Perzentil handelt es sich z. B. um den Wert im Datensatz, der 60% der Werte unter sich und 40% der Werte über sich hat.

Phänotypen In der Biologie ist dies ein wahrnehmbarer Charakterzug eines Lebewesens, der sich aus Interaktionen zwischen Genen bzw. zwischen Genen und der Umwelt ergibt. In einer Studie von GAs wird der Begriff „Phänotyp“ dazu verwendet, die einzelnen Variablen oder „Genen“ zu beschreiben, aus denen sich eine komplette Lösung oder ein „Chromosom“ ergibt. (siehe„Genotyp“)

Population Der gesamte Szenariensatz, der in RISKOptimizer gespeichert wird, um daraus neue Szenarien zu generieren. In RISKOptimizer wird je eine Population von möglichen Lösungen für jede im System befindliche Gruppe von anpassbaren Zellen bereitgehalten.

Schiefe

„Schiefe“ ist ein Formmaß für eine Verteilung. Schiefe kennzeichnet den Grad der Asymmetrie in einer Verteilung. Schiefe Verteilungen haben mehr Werte auf der einen als auf der anderen Seite des Höchstwahrscheinlichkeitswertes. Eine Schiefe von 0 kennzeichnet eine symmetrische Verteilung, während eine negative Schiefe bedeutet, dass die Verteilung nach links „abgeschrägt“ ist. Entsprechend wird durch eine positive Schiefe angezeigt, dass die Verteilung nach rechts „abgeschrägt“ ist.
Siehe „Wölbung“

Simulation

Die Simulation ist eine Methode, durch die ein Modell, wie z. B. ein Excel-Arbeitsblatt, wiederholt berechnet wird, und zwar jedesmal mit einem anderen Eingabewert. Auf diese Weise soll eine komplette Darstellung aller möglichen Szenarios erreicht werden, die evtl. in einer unbestimmten Situation auftreten könnten.

Strafklausel

Eine Kalkulationstabellengleichung, durch die RISKOptimizer Szenarien mit Strafpunktwerten versehen kann, wenn sie nicht allen Kriterien entsprechen. Strafklauseln werden dazu verwendet, die Nebenwirkungen von Szenarien zu minimieren oder mehrere Ziele zu erreichen. Im Gegensatz zu einer harten Beschränkung, können ungültige Lösungen bei einer Strafklausel nicht untersucht werden. Die Strafklausel sorgt dafür, dass solche ungültigen Lösungen erkannt werden und die Population sich dadurch ohne diese Lösungen weiter entwickelt. Boolesche Strafklauseln sind entweder aktiviert oder deaktiviert und belasten ungültige Lösungen mit der gleichen Anzahl an Strafpunkten. Skalierstrafklauseln wind dagegen beweglicher und weisen die Strafpunkte proportional zum Schweregrad der Nichteinhaltung einer Beschränkung zu.

Standard-abweichung

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Werte in einer Verteilung. Die Standardabweichung ist gleich der Quadratwurzel der Varianz.
Siehe „Varianz“

Statusleiste

Die Statusleiste ist ganz unten im Excel-Fenster zu sehen und zeigt die in RISKOptimizer stattfindende aktuelle Aktivität an.

Stochastisch

„Stochastisch“ ist ein Synonym für unbestimmt oder riskant.
Siehe „Risiko“ und „Deterministisch“

Summenhäufig-keitsverteilung

„Summenhäufigkeitsverteilung" ist der Begriff, der für die Ausgabe- und Eingabesummenverteilungen in RISKOptimizer verwendet wird. Eine Summenverteilung wird durch das Summieren der Häufigkeit (d. h. durch die progressive Balkenerhöhung) quer über den Bereich einer Häufigkeitsverteilung erstellt. Bei einer Summenverteilung kann es sich um eine „aufwärts geneigte" Kurve handeln, bei der durch die Verteilung die Wahrscheinlichkeit eines Wertes beschrieben wird, der kleiner als oder gleich einem Variablenwert ist. Eine Summenkurve kann aber auch aus einer „abwärts geneigten" Kurve bestehen, bei der die Verteilung dann die Wahrscheinlichkeit eines Wertes beschreibt, der größer als oder gleich einem Variablenwert ist.
Siehe „Summenverteilung"

Summenverteilung

Eine Summenverteilung oder Summenverteilungsfunktion besteht aus einer Reihe von Punkten, die jeweils mit dem Integral einer Wahrscheinlichkeitsverteilung übereinstimmen, angefangen mit dem Minimalwert bis zum Wert, welcher der Zufallsvariablen zugeordnet ist.
Siehe „Summenhäufigkeitsverteilung, Wahrscheinlichkeitsverteilung"

Szenario

Ein Satz von Werten für die Variablen in einem Kalkulationstabellenmodell. Meistens wird durch die einzelnen Szenarien nur jeweils eine mögliche Lösung dargestellt.

Unabhängige Variable

Eine unabhängige Variable hängt in keiner Weise von den Werten irgendeiner anderen Variablen ab. Der Wert einer unbestimmten unabhängigen Variablen wird durch das Erheben einer Werteprobe aus der entsprechenden Verteilung bestimmt. Im Modell wird diese Werteprobe ganz unabhängig vom Zufallswert irgendeiner anderen Variablen erhoben.
Siehe „Abhängige Variable"

Versuche

Der Vorgang in RISKOptimizer, durch den für jede im Problem befindliche Variable ein Wert generiert wird. Anschließend wird dann das Szenario durch Neuberechnung ausgewertet.

Wahrschein-lichkeit

„Wahrscheinlichkeit" bezieht sich darauf, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Wert oder Ereignis auftreten wird. Die Wahrscheinlichkeit kann an Hand der Simulationsdaten in Form von Häufigkeit gemessen werden, und zwar durch Berechnung der Auftretens-Instanzen des Wertes oder Ereignisses, dividiert durch die Gesamthäufigkeit. Diese Berechnung ergibt einen Wert zwischen 0 und 1, der dann in einen Prozentsatz umgerechnet werden kann, indem man ihn mit 100 multipliziert.
Siehe „Häufigkeitsverteilung", „Wahrscheinlichkeitsverteilung"

Wahrscheinlichkeitsverteilung

„Wahrscheinlichkeitsverteilung“ oder „Wahrscheinlichkeitsdichte“ ist der statistische Ausdruck für eine Häufigkeitsverteilung, die aus einem unendlich großen Wertesatz erstellt worden ist, in dem die Klassengröße unendlich klein ist.
Siehe „Häufigkeitsverteilung“

Weiche Beschränkungen

Wenn Beschränkungen nicht unbedingt eingehalten werden müssen, können sie als „weiche“ anstatt als „harte“ Beschränkungen eingegeben werden. Das wird in RISKOptimizer durch Angabe einer Strafklausel erreicht oder durch Hinzufügung einer Strafklausel zur Fitnessfunktion der Zielzelle.

Es ist oft vorzuziehen, mit weichen Beschränkungen zu arbeiten, weil bei diesen: 1) RISKOptimizer gewöhnlich Probleme schneller lösen kann und 2) durch ein weich beschränktes Modell oft eine sehr gute Lösung gefunden wird, die fast den weichen Beschränkungen entspricht. Eine solche Lösung ist oft wertvoller als eine vollkommen den harten Beschränkungen entsprechende nicht so gute Lösung.

Wölbung

Unter Wölbung versteht man die Form einer Verteilung. Durch die Wölbung wird angezeigt, wie flach oder steil die Verteilung ist. Je größer der Wölbungswert, desto steiler ist die Verteilung.
Siehe „Schiefe“

Zelle

Die Zelle ist die elementare Einheit einer Kalkulationstabelle, in der Daten gespeichert werden. In jedem Excel-Arbeitsblatt sind bis zu 256 Spalten und 16.000 Zeilen vorhanden, was mehr als 4 Millionen Zellen ergibt.

Zielzelle

Die Zelle in der Kalkulationstabelle, deren Wert wir minimieren oder maximieren möchten. Die Zelle wird im Dialogfeld „RISKOptimizer – Modell“ eingestellt (das kann in RISKOptimizer über den Befehl „Modelldefinition“ oder das Symbol für „Modell“ geschehen).

Zufallswertegenerator

Dieser Begriff bezieht sich auf einen Algorithmus zur Auswahl von Zufallszahlen, meistens im Bereich von 0 bis 1. Diese Zufallszahlen entsprechen den Werteproben, die aus der Verteilung UNIFORM mit einem Minimum von 0 und einem Maximum von 1 erhoben werden. Solche Zufallszahlen sind die Basis für andere Routinen, durch welche diese Zufallszahlen in Werteproben konvertiert werden, die aus bestimmten Verteilungstypen erhoben werden.
Siehe „Zufallswert“, „Ausgangszahl“

Zufallswerteprobe

Eine Zufallswerteprobe ist ein Wert, der aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erhoben wurde, die eine Zufallsvariable beschreibt. Solch eine Werteprobe wird willkürlich in Übereinstimmung mit einem Probenerhebungs-Algorithmus erhoben. Die Häufigkeitsverteilung, die aus einer großen Anzahl von durch den Algorithmus erhobenen Zufallswerten aufgebaut ist, wird

ungefähr der Wahrscheinlichkeitsverteilung entsprechen, für die der Algorithmus entworfen wurde.

Index

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

W

Z